

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg

Direktor: Professor Dr. F. P. Gall

PRAE- UND POSTOPERATIVE
ERGEBNISSE DER OPERATION VON
THORAXDEFORMITÄTEN
IN ANWENDUNG EINES NEUEN
MESSVERFAHRENS UND UNTER
BERÜCKSICHTIGUNG DER WIRKUNG
KRANKENGYMNASTISCHER ÜBUNGEN

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von

Lorenz Meid

aus Dietfurt

1904

1984 № 231

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg

Direktor: Professor Dr. F. P. Gall

**PRAE- UND POSTOPERATIVE
ERGEBNISSE DER OPERATION VON
THORAXDEFORMITÄTEN
IN ANWENDUNG EINES NEUEN
MESSVERFAHRENS UND UNTER
BERÜCKSICHTIGUNG DER WIRKUNG
KRANKENGYMNASTISCHER ÜBUNGEN**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Lorenz Meid
aus Dietfurt

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. F. Wolf
Referent: Prof. Dr. G.H. Willital
Korreferent: Prof. Dr. F.P. Gall

Tag der mündlichen Prüfung: 07.05.1984

Birgit
und
meinen Eltern gewidmet

An dieser Stelle danke ich Herrn Prof. Dr. F.P. Gall,
Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik
Erlangen dafür, daß ich die Einrichtungen der Klinik
für die Durchführung der Dissertationsarbeit in
Anspruch nehmen durfte.

Besonders herzlich möchte ich mich bei Herrn
Prof. Dr. G.H. Willital für die Überlassung der
Dissertationsarbeit und die jederzeit freundliche
und hilfsbereite Unterstützung bedanken.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

I.	EINFÜHRUNG	1
	1. Definition	1
	2. Ätiologie	2
	3. Vorkommen und Häufigkeit	3
	4. Klinisches Bild und Untersuchungsmethoden	4
	5. Indikation zur Operation	11
	6. Therapie	12
II.	PROBLEMSTELLUNG UND EIGENE FRAGESTELLUNG	16
III.	MATERIAL UND METHODIK	18
IV.	ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG	22
	1. Präoperative Befunde und Ergebnisse	22
	1.1. Geschlechter und Altersverteilung	22
	1.2. Größen und Gewichtsverhältnisse	24
	1.3. Einteilung und zahlenmäßige Verteilung der Thoraxdeformitäten	27
	1.4. Elektrokardiogramm	30
	1.5. Lungenfunktionsprüfung	34
	1.6. Röntgen-Befunde	37
	1.6.1. der innere sterno-vertebrale Abstand	37
	1.6.2. Wirbelsäulenveränderungen	41
	1.7. Komplikationen	45
	1.7.1. intraoperative Komplikationen	45
	1.7.2. postoperative Komplikationen	47
	1.7.3. postoperative Wundheilungss- störungen	50
	1.7.4. Wundheilungsstörungen bei Duraimplantation	52
	1.8. Klinikaufenthalt	54



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546207_0013

2. Postoperative Befunde und Ergebnisse (Nachuntersuchung)	57
2.1. Tragen des Rucksackverbandes	58
2.2. OP-Ursache aus der Sicht des Patienten	59
2.3. Durchführung krankengymnastischer Übungen	61
2.3.1. Trainingsintensität in den verschiedenen Übungsformen	61
2.3.2. Gesamttrainingsintensität	65
2.4. Wundheilstörungen	68
2.5. Sensibilitätsprüfung	69
2.6. Narbenbeurteilung	72
2.7. Weichteildeckung	81
2.8. postoperative Thoraxmeßergebnisse	82
2.8.1. äußerer sagittaler Thorax- durchmesser	82
2.8.2. Trichterbrustindexwerte	84
2.8.3. Beurteilung der Rekonstruktion der vorderen Thoraxwand	92
2.8.3.1. Kontur am Angulus Ludovici (AL)	94
2.8.3.2. Trichteröffnungs- winkel β	96
2.8.3.3. Sternumwölbungswinkel	101
2.8.3.4. parasternale Trichter- bildung und Rippenbogen- eversionswerte	106
2.9. zusammenfassende Ergebnisse der Befunde der Nachuntersuchung	110
2.9.1. Ergebnisse der anatomischen Rekonstruktion	111
2.9.2. Einfluß des Trainings auf das OP-Ergebnis	118
V. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION	123
Abkürzungen	126
Literaturverzeichnis	127
Anhang S. 1-11	
Lebenslauf	

I. E I N F Ü H R U N G

I.1. DEFINITION

Der Begriff Trichterbrust wurde von Ebstein im Jahre 1882 geprägt (7).

Die Trichterbrust ist eine genetisch bedingte Thoraxdeformierung mit Verlagerung des unteren Sternumanteils nach dorsal und einer konkaven Verbiegung der zugehörigen Rippenknorpel beiderseits des Brustbeins (25). Die mehr oder weniger ausgeprägte Einsenkung des Sternums und der angrenzenden Rippenabschnitte (40) ist dann als Trichterbrust zu bezeichnen, wenn sich bei liegendem Patienten ein Flüssigkeitsspiegel im Bereich der mit Wasser übergossenen Thoraxeindellung ausbildet (51).

Als Synonyme werden am häufigsten die lateinische Bezeichnung *pectus excavatum* und im angelsächsischen Sprachraum *funnel chest* gebraucht.

Umgekehrt spricht man von Kielbrust bzw. *pectus carinatum* bei Vorliegen einer Entwicklungsanomalie der vorderen Brustwand mit kielartigem Vorspringen des Brustbeins.

I.2. ÄTIOLOGIE

Die kausale Genese dieses Leidens bleibt im Grunde unbekannt (15, 4, 8).

Hereditär familiäres Vorkommen findet sich häufig, wobei sich die Anlage dominant oder recessiv vererben kann.

Eine ausführliche Übersicht der zahlreichen Erklärungsversuche zum Entstehen der Trichterbrust gibt WINTER (56).

Hier seien nur die wichtigsten zusammengefaßt (8, 14, 15).

1. Retraktionstheorie:

Ursache für die Trichterbrust sei die direkte Wirkung auf das Sternum durch einen nach dorsal gerichteten Zug des Zwerchfells (2) bzw. durch ein sog. lig. substernale (6).

Diese Theorie konnte von anderen Autoren nicht bestätigt werden, da bei Operationen ein derartiges Band nicht gefunden werden konnte (15).

2. Wachstumstheorie: (44)

durch überschießendes Rippenwachstum müsse der Rippenknorpel und das Sternum entweder in einer dorsalen Wölbung (Trichterbildung) oder in einer ventralen Wölbung (Kielbrust) ausweichen.

3. sternokostale Dysplanie: (26)

d.h. Ursache ist eine allgemeine Funktionsschwäche des Mesenchyms.

4. Wandschwäche des Knorpels im sternokostalen Abschnitt durch gesteigerte katabole Stoffwechselleistung der dafür verantwortlichen Mucopolysaccharide (8).

Daß funktionelle Einflüsse, wie Hindernisse in den Atemwegen, Störung der Atemmechanik, zur Begünstigung der Entwicklung einer Trichterbrust beitragen und den Schweregrad beeinflussen, soll nicht bezweifelt werden. Eine Trichterbrust, die sich infolge von Atemstörungen aufgrund von adenoiden Wucherungen bildete und deren Symptome nach Adenotomie verschwanden (39), wird eine seltene Ausnahme sein.

I.3. VORKOMMEN UND HÄUFIGKEIT

Die Unsicherheit in der Definition der Trichterbrust, d.h. welchen Grad der sternalen Eindellung man schon als Trichterbrust bezeichnet, bedingt die große Schwankungsbreite der Zahlenangaben über die Häufigkeit der Trichterbrust.

In der Literatur finden wir Angaben, daß die Trichterbrustbildung in 0,05 % bis 3,5 % der Population beobachtet wurde (14, 15, 38, 35).

Realistisch dürfte die Angabe sein, daß Trichterbrustdeformitäten bei jedem 100. Bundesbürger zu finden, aber nur bei jedem 1.000. eine operative Korrektur indiziert sei (50).

Unbestritten ist, daß das Leiden häufig familiär auftritt (4, 38, 42), wobei jedoch über den genauen Erbgang - dominante oder recessive Vererbung - noch unterschiedliche Meinungen bestehen (14, 15).

Übereinstimmend wird festgestellt, daß die Mißbildung in einem großen Teil der Fälle bereits bei Geburt vorhanden ist und im Durchschnitt die Knaben 2,5mal häufiger davon betroffen sind als die Mädchen (40, 11, 51, 33, 14).

Des weiteren werden im Zusammenhang mit einer Trichterbrust die Möglichkeit einer weiteren Mißbildung oder eines Fehlbildungssyndroms beobachtet.

Genannt werden das Marfan-Syndrom, Albright-Syndrom, Mongolismus und angeborene Tibiapseudarthrose (38).

Insgesamt tritt aber eine Vergesellschaftung von Thoraxdeformitäten mit den genannten Systemerkrankungen relativ selten auf.

I.4. KLINISCHES BILD UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Der Habitus älterer Kinder und Erwachsener, die an dieser Deformität leiden, ist häufig durch einen hochgeschossenen schlanken Wuchs, langen flachen Brustkorb, hängende Schultern und eine verstärkte Brustkyphose gekennzeichnet.

Bei Kleinkindern täuscht der muskelschwache Bauch einen guten Ernährungszustand vor (15, 40).

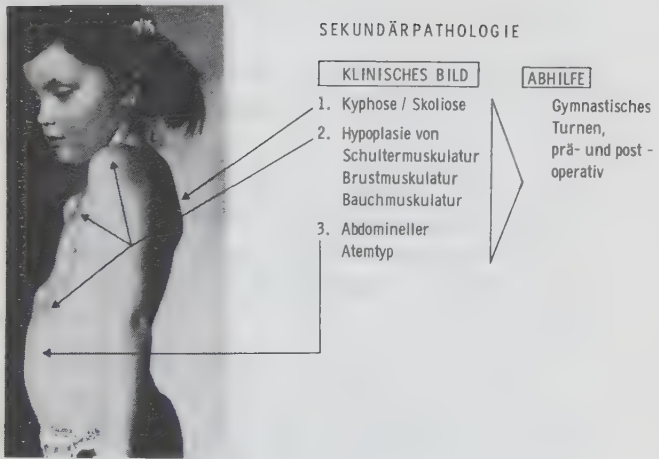


Abb. 1: Besonders eindrucksvolle Darstellung der
Sekundärpathologie bei Kind mit Trichterbrust

Die Diagnose Trichterbrust kann durch Augenschein gestellt werden, wobei Ausmaß und Form des Trichters stark variiert.

Man kann im allgemeinen zwei Typen, nämlich eine enge zirkumskripte Trichterform und eine breitbasige, mehr muldenförmige Trichterform unterscheiden.

Die Deformität kann in unterschiedlichem Ausprägungsgrad vorliegen, wobei Trichtertiefen mit Werten von 10 mm bis 80 mm vorliegen können (13). In Bezug auf die Lokalisation lassen sich Trichter in symmetrischer und asymmetrischer Anordnung unterscheiden (vergl. Klassifikation S. 27).

Die Eindellung beginnt immer an der Verbindung Manubrium-Corpus sterni. Kranial davon ist das Brustbein normal gebaut (15). Der tiefste Punkt liegt meist nur wenig oberhalb des proc. xiphoideus. Die Rippenknorpel liegen knapp medial der Parasternallinie scharf zur Einziehung hin um. Bei mehr muldenförmiger Eindellung verlaufen die Trichterwände wesentlich flacher.

Sie beziehen die Rippenknorpel der Rippen 3 - 8 in ihrer ganzen Ausdehnung, manchmal sogar die angrenzenden Knochenabschnitte mit ein.

Das subjektive Beschwerdebild bei Trichterbrustpatienten ist außerordentlich uneinheitlich und unterschiedlich (14).

Die meisten Kranken, zumindest eine große Zahl von ihnen, ist beschwerdefrei (33, 40).

Schwere funktionelle Beschwerden sind bei Kindern mit Trichterbrust selten (47).

Mit zunehmendem Alter scheinen sich die Beschwerden zu häufen.

Bei älteren Kindern und Jugendlichen konnten in 30 bis 50 Prozent der Fälle (38) und bei Patienten über 25 Jahre sogar in 100 Prozent der Fälle Beschwerden festgestellt werden (43).

Patienten mit Beschwerden klagen im allgemeinen über verminderte körperliche Leistungsfähigkeit, rasche Ermüdbarkeit, Dyspnoe, Tachydardie und hartnäckig rezidivierende Affektionen der Atmungsorgane (15, 38, 40, 47).

Auch psychologische Probleme sollen sich bei jedem zweiten Kind finden (47).

Ein Zusammenhang zwischen dem Schweregrad des Trichters und dem der Beschwerden scheint nicht zu bestehen (31).

Unter den objektiv feststellbaren Krankheitserscheinungen finden die Autoren häufig hartnäckige Affektionen der Atmungsorgane, im Säuglingsalter Neigung zum Erbrechen und Ernährungsschwierigkeiten (15).

Auch ventilatorische und zirkulatorische Veränderungen sind zu nennen.

Für das Trichterbrustherz werden ähnliche Arbeitsbedingungen wie bei der chronisch-konstruktiven Perikarditis oder Mitralstenose diskutiert (1).

Die skelettalen Veränderungen der vorderen Thoraxwand lassen schon rein theoretisch auf Veränderungen und Beeinträchtigung der Funktion der Thoraxorgane und der Wirbelsäule schließen.

Zur Feststellung der anatomischen und funktionellen Veränderungen stehen grundsätzlich folgende Untersuchungsmethoden zur Verfügung:

1. Zur anatomisch-morphologischen Beurteilung des Schweregrades sind zu nennen:

- Inspektion:

der Untersucher beurteilt nach dem subjektiven Eindruck den Trichter, Haltung, Muskulatur und WS-Veränderungen.

- Fotographie:

sie dient vor allem zur Dokumentation und zur Beurteilung des kosmetischen Ergebnisses der Operation im Vergleich zum praeoperativen Zustand.

- Messungen:

a) äußere Thoraxmessungen

- Der Trichter kann in seiner Länge, Breite und Tiefe direkt am Patienten vermessen werden.
- Mit besonderen Apparaturen, einem sog. chest contour recorder (11) lassen sich an beliebigen Stellen des Trichters dessen Verlaufsformen auf Papier übertragen und auswerten. (Eine besonders einfach durchzuführende Form dieser Art der Vermessung wird im praktischen Teil dieser Untersuchung vorgestellt).
- Eine Volumenbestimmung des Trichters läßt sich durch direktes Eingießen von Wasser in Rückenlage durchführen (25).
- Eine räumliche Vorstellung von der Einziehung mit der Möglichkeit der Auswertung von Vermessungen erhält man durch Herstellen eines Gipsmodells vom Trichter (17).

- Ein individueller Index, der sog. Thorakalindex, ($= \text{Querdurchmesser} : \text{Thoraxtiefe} \times 100$) läßt auf den Schweregrad des Trichters schließen.
 - Der äußere sagittale Thoraxdurchmesser wird mit dem Beckenzirkel als Distanz zwischen dem Punkt der tiefsten Einziehung und den Dornfortsätzen bestimmt. Ein Vergleich mit Normtabellen läßt auf den Grad der Abweichung schließen.
- b) innere Thoraxmessungen
- seitliche Thoraxaufnahme: sie erlaubt eine Beurteilung der Anatomie der Wirbelsäule (Normalstellung, Steilstellung, Kyphosen, Lordosen); gibt räumliche Verhältnisse von Trichter und Trachea wieder; macht die Verkleinerung des retrosternalen Raumes deutlich. Wichtigste Meßgröße ist der innere sagittale Thoraxdurchmesser, der als kleinste horizontale Distanz zwischen der Vorderkante der Brustwirbelkörper und der Sternuminnenkante am Trichtertiefpunkt bei Inspirationslage definiert ist.
 - Computertomographie: sie ist ein Röntgen-Transversal-Schichtverfahren, das z.Zt. noch nicht zu den Standardverfahren bei der Trichterbrustuntersuchung zählt. Sie ermöglicht eine gute Darstellung der thorakalen Skelettveränderungen und eine exakte Abgrenzung intratorakaler

Organe und deren Lagebestimmung ohne Überlagerungs- und Summationseffekte, die bei anderen Thoraxübersichtsaufnahmen methodenspezifisch sind.

- anterior-posteriore Röntgenaufnahme des Thorax: dient der topographischen Beurteilung des Herzens, der Lungen, der Untersuchung der Wirbelsäule nach Seitabweichungen und dem Erkennen von Tracheaverziehungen.

2. Beurteilung der funktionellen Besonderheiten bei Trichterbrust:

Hierbei stehen Herz-, Kreislauf- und Lungenfunktionsprüfung im Mittelpunkt.

Im einzelnen sind zu nennen:

- Elektrokardiogramm und Herztonschreibung
- Schellongscher Kreislauftest
- Belastungsversuche am Ergometer
- Herzkatheterisierung zur Darstellung der Hämodynamik
- Spirometrie: die Werte verschiedener Volumina (z.B. Vitalkapazität, AZQ, AV, AMV) des Patienten werden gemessen und in % des Sollwertes ausgedrückt.
- Blutgasanalytische Untersuchungen: metabolische Acidose durch pH-Abfall mit starkem Basendefizit bei geringer Belastung sprechen für eine funktionelle Kreislaufinsuffizienz (31).

Standarduntersuchungsmethoden an der Erlanger Klinik sind neben einer allgemeinen Untersuchung Thoraxmeßaufnahmen, elektrokardiographische Untersuchungen, Lungenfunktionsprüfungen und psychischer Befund (Näheres in den Kapiteln IV 1.4, 1.5, 1.6).

Aus den entsprechenden Untersuchungsergebnissen leitet sich die Indikation zur Operation ab.

I.5. INDIKATION ZUR OPERATION

Die Indikation zur Trichterbrustoperation ist immer noch Gegenstand großer Kontroversen. Für einen Teil der Autoren ist die Hauptindikation psychologisch und daraus abgeleitet kosmetisch bedingt (21, 9, 47), mit der Argumentation womöglich, daß die meisten Kinder beschwerdefrei seien (40).

Eine zweite Gruppe lehnt die Operation aus kosmetischen Gründen ab. Sie wollen die Operation beschränken auf Patienten mit tiefem Trichter (hier brauchen keine weiteren Beschwerden vorliegen); leichtere Trichterbrustformen sollen nur bei Vorhandensein von Beschwerden oder schweren Störungen der Atmungsparameter, Vorlagerung der EKG-Achse u. ä. operiert werden (4, 33, 37).

Die dritte Gruppe läßt beide Indikationsbereiche gelten und empfiehlt die Operation sogar wegen einer Vielzahl von möglichen Folgeerkrankungen an den intrathorakalen Organen und am Halteapparat im späteren Leben; d.h. sie empfiehlt die Operation aus prophylaktischen Gründen ohne momentan zwingenden OP-Grund (10, 38).

Daneben stellt insbesondere die Progredienz der Deformität - abzuleiten aus halbjährlichen Messungen - eine absolute Indikation zur Operation dar (15).

An der Chirurgischen Universitätsklinik in Erlangen ist die Operationsindikation folgendermaßen festgelegt:

1. Sternocostale Einziehung von mehr als 25 % der normalen Thoraxtiefe und
2. Vorliegen eines Trichterbrust-EKG's und Störungen der Lungenfunktion (24) sowie
3. Psychische Beeinträchtigung durch Entstellung des Brustkorbes.

I.6. THERAPIE

Als Therapieformen stehen sich immer noch die konservative und die operative Behandlung gegenüber (15, 33), wobei die Mehrzahl der Autoren die konservative Behandlung in der Regel für erfolglos hält.

Jedoch auch innerhalb des operativen Vorgehens stehen sich verschiedene Methoden mit zahlreichen Modifikationen gegenüber.

Sie lassen sich in zwei Hauptgruppen zusammenfassen: der stabilisierenden (durch Metallspangen und Netzimplantationen (41)) und der nicht stabilisierenden Operationstechnik.

Beide Verfahren sollen gleich gute, in 85 % der Fälle voll befriedigende, Resultate erreichen (14).

Die externe Fixation durch perkutane Suspension des Brustbeins oder transkutane Kirschverdrahtsuspension wurde im allgemeinen zugunsten der internen Fixation verlassen.

Ziel aller OP-Methoden ist die Korrektur der Lage des Sternums und der Rippenknorpel.

Das operative Vorgehen mit interner Fixation durch einen Metallbügel, wie es an der Erlanger Klinik durchgeführt wird, läßt sich nach WILLITAL folgendermaßen stichwortartig beschreiben (54):

Sagittaler Hautschnitt bei Jungen, submamärer Hautschnitt bei Mädchen.

En bloc Ablösen von Haut, Subkutangewebe und Muskulatur von den Rippen mit der Diathermie.

Doppelsegmentförmige Chondrotomie parasternal und am Kulminationspunkt des Trichters. Die Rippendurchtrennung erfolgt unter Schonung des Perichondriums.

Nerven, Gefäße, Herz und Lunge bleiben unberührt.

Retrosternale Mobilisation und Durchtrennung der vorderen Kortikalis des Sternums in Höhe der ersten Chondrotomiestelle. Ausgleich der Auskrepelung und Rekonstruktion der unteren Thoraxapertur des mobilisierten ventralen Thoraxabschnitts durch Einbringen eines Metallbügels zwischen innerer und äußerer Sternumkortikalis bzw. durch Auflegen desselben auf das Sternum.

Anpassen des Metallbügels an die normale Brustkorbwölbung durch Schränken. Naht des Metallbügels an Sternum und Rippen. Reanastomosierung sämtlicher Rippen in axialer Richtung.

Nach Rekonstruktion der hinteren Rektusscheide zur Vermeidung einer epigastrischen Hernie und erneutem Auseinanderweichen der Rippenbögen Einlegen einer substernalen Saugung und zweier subcutaner Drains.

Hautverschluß durch eine intrakutane Naht.

Der Metallbügel wird an der Erlanger Klinik - im Gegensatz zu anderen, welche eine 2 - 3jährige und längere Tragedauer empfehlen (9, 10, 33) - durch eine kleine seitliche Inzision am Thorax nach 12 Monaten entfernt.

Die Behandlung der Trichterbrust beschränkt sich nicht auf den chirurgischen Eingriff allein. Die Operation wird vielmehr immer von einer intensiven krankengymnastischen Vor- und Nachbehandlung mit Atemgymnastik und Haltungsturnen begleitet, deren Notwendigkeit übereinstimmend betont wird (15, 40, 47).

Daneben wird in bestimmten Fällen das Tragen eines Rucksackverbandes postoperativ für 6 Wochen bis zu einem Jahr empfohlen.

Über den günstigsten Operationszeitpunkt besteht noch keine Übereinstimmung. Als das optimale Operationsalter werden je nach Autor empfohlen: 2. - 6. Lebensjahr (14); nach dem 5. Lebensjahr, da vorher die notwendige Kooperation des Patienten bei der prae- und postoperativen Atemgymnastik und im Haltungsturnen noch nicht gegeben sei (40); zwischen dem 6. - 8. Lebensjahr bzw. nach dem 12. Lebensjahr, da hier die Rezidivquote am niedrigsten sei (10, 34); zwischen dem 10. - 14. Lebensjahr, angepaßt an die Ossifikation an der Knorpel-Knochengrenze (9).

Die Erlanger Klinik schlägt als Operationszeitpunkt das Alter vor Eintritt in die Schule mit folgender Begründung vor:

1. Der Eingriff ist einfacher, nicht so ausgedehnt und zeitlich kürzer.
2. Sekundäre Veränderungen von Seiten des Herzens und der Wirbelsäule sind reversibel.
3. Die Spätergebnisse sind kosmetisch besser. Die Rezidivquote dagegen ist unabhängig vom Alter.
4. Im Kleinkindalter bzw. Vorschulalter ist die psychische Beeinträchtigung nicht so ausgeprägt wie später (54).

II. PROBLEMSTELLUNG UND EIGENE FRAGESTELLUNG

Die Kontroversen über die Indikationsstellung zur Trichterbrustoperation, die Vielfalt der Operationsmethoden und nicht zuletzt die immer noch beachtliche Rezidivquote zwingen dazu, dem eigenen Vorgehen kritisch gegenüberzustehen und nach neuen, evtl. größeren Erfolg versprechenden Wegen zu suchen.

Die Qualität einer Methode wird am besten an deren Ergebnissen gemessen.

Bei gegebener Operationsmethode lassen sich verschiedene Einflußfaktoren auf das Gesamtergebnis differenzieren. Dazu gehören die "richtige" Indikationsstellung, optimale Vorbereitung auf die Operation, die Durchführung der Operation im geeigneten Operationsalter und eine das Ergebnis sichernde Nachbehandlung.

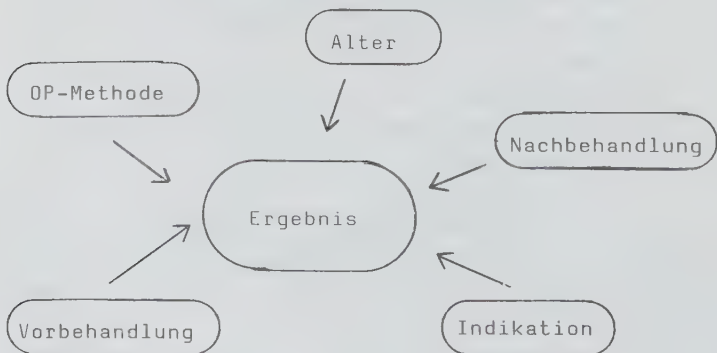


Abb. 2: Einflußfaktoren auf das OP-Ergebnis

Davon ausgehend möchten wir die Fragestellung im einzelnen folgendermaßen formulieren:

1. Welche Parameter bestimmen die Indikation zur Operation und sind diese Parameter geeignet, eine sichere Indikation zur Operation darzustellen?
2. Welches Operationsalter ist als das optimale zu bezeichnen?
3. Welchen Einfluß hat die krankengymnastische Behandlung auf das Operationsergebnis?

Da somit die Resultate der Trichterbrustoperation am deutlichsten den Behandlungserfolg wiedergeben, nimmt die Darstellung der Operationsergebnisse eine Schlüsselstellung in dieser Arbeit ein. Dabei suchten wir einen Weg, den Operationserfolg objektiv und nachmeßbar darzustellen. Das methodische Vorgehen wird im nächsten Kapitel beschrieben.

III. MATERIAL UND METHODIK

Die Untersuchung berücksichtigt alle im Zeitraum vom 01.04.1979 bis 30.06.1980 durchgeführten chirurgischen Eingriffe im Zusammenhang mit Thoraxdeformitäten.

Die Untersuchung ist zugleich Anschlußarbeit an die Untersuchungen von A. MILLER (27) und F. KRUG (22).

Im Untersuchungszeitraum von 15 Monaten wurden an der kinderchirurgischen Abteilung der Universität Erlangen 129 Trichterbrusterstkorrekturen, 16 Rezidivkorrekturen, 96 Metallbügelentfernungen, 13 Narbenkorrekturen und 5 Exostosenabtragungen durchgeführt.

Eine Übersicht über die Geschlechtsverteilung und prozentualen Verhältnisse gibt Tabelle 1.

Art des Eingriffes	insg.	m	w	in %		Verhältnis	
				m	w	m : w	
TB-Korrekturen (Erst-OP)	129	90	39	69,77	30,23	2,3	1
Rezidiv- korrekturen	16	15	1	93,75	6,25	15	1
Metallbügel- entfernungen (bei Patienten, die vor dem U- Zeitraum ope- riert wurden	73	52	21	71,20	28,80	2,5	1
Σ	218	157	61	72,00	28,00	2,57	1

zusätzl. Eingriffe	insg.	m	w
Narbenkorrekturen	13	8	5
Exostosen- abtragungen	5	2	3
Metallbügelent- fernungen (bei Patienten, die im U-Zeitraum ope- riert wurden	23	20	3

Tab. 1: Beschreibung des Patientengutes

Im ersten Teil der Arbeit wurden die Krankenschichten der 218 Patienten durchgesehen, die Operationsindikation anhand der vorhandenen klinischen Untersuchung, der festgehaltenen Befunde (Lungenfunktionsprüfung, EKG, RÖ-Bilder, Photos) überprüft, intra- und postoperative Komplikationen zusammengestellt.

Die Nachuntersuchung im zweiten Teil der Arbeit umfaßt eine grobklinische Untersuchung mit Beurteilung des Konstitutionstyps, des Trainingszustandes und evtl. bestehender Haltungsschwäche. Des weiteren wurde eine Beurteilung des Operationsergebnisses durchgeführt:

1. Narbenbeurteilung nach Länge, Breite, Auffälligkeit und Symmetrie.
2. Erheben von Meßdaten mit dem Beckenzirkel und dem Kurvenlineal (Vorgehen wird unten näher beschrieben).
3. Prüfen der Sensibilität im Operationsgebiet.
4. Befragen des Patienten nach der Beurteilung des Ergebnisses durch ihn selbst bzw. seiner Eltern, nach dem Grund seiner Operationsbereitschaft, den praeoperativen Beschwerden, der psychischen Beeinträchtigung durch die Trichterbrust und nach der Intensität des postoperativen Gymnastikprogramms.

Um die in der Fragestellung dargestellte Problematik zu durchleuchten, soll in Kapitel V.3.10. der Versuch unternommen werden, die Ergebnisse zu objektivieren.

Dazu bedienen wir uns eines dort näher beschriebenen Punktsystems, das die Einzelergebnisse zuerst in "absoluter Form", d.h. unabhängig vom Schweregrad der Deformität vor der Operation, dann in Abhängigkeit vom praeoperativen Schweregrad darstellen soll.

Diese dann als relativ zu bezeichnenden Ergebnisse sollen mit der Durchführungsintensität des Gymnastikprogrammes einerseits und dem Operationsalter des Patienten andererseits korreliert werden, um Aussagen darüber treffen zu können, wie weit diese Parameter Einfluß auf das Operationsergebnis haben.

IV. ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG

IV.1. PRAEOPERATIVE BEFUNDE UND ERGEBNISSE

IV.1.1. Geschlechter- und Altersverteilung

Eine tabellarische Übersicht des Alters der im Untersuchungszeitraum operierten Patienten gibt Abb. 3. Das Operationsalter entspricht in der überwiegenden Zahl der Fälle nicht dem von uns als optimal empfundenen, nämlich dem Alter zwischen 4 - 6 Jahren. Vielmehr häufen sich die Fälle im Alter zwischen 12 - 16 Jahren.

Der zahlenmäßige Anstieg der operierten Fälle liegt bei den weiblichen Patienten mit dem Operationszeitpunkt im 13. Lebensjahr vor dem der männlichen, wo er bei den 15 - 16jährigen zu finden ist.

Eine mögliche Erklärung für das Zustandekommen dieser Altersstruktur könnte das fehlende Wissen über die Therapiemöglichkeit oder zumindest über das günstige Operationsalter sein.

Diejenigen Patienten nämlich, welche auf Anraten des Kinderarztes die Operation durchführen ließen, wurden durchschnittlich mit 5 1/2 Jahren operiert; wer jedoch von anderen Ärzten (Hausarzt, Orthopäden, Internisten) oder von selbst auf den Gedanken gebracht wurde, sich operieren zu lassen, war zum Operationszeitpunkt ca. 14 Jahre alt.

Das zahlenmäßige Verhältnis der männlichen zu den weiblichen Patienten von 2,3 : 1 stimmt mit der in der Literatur vorgefundenen Knabenwendigkeit der Deformität überein.

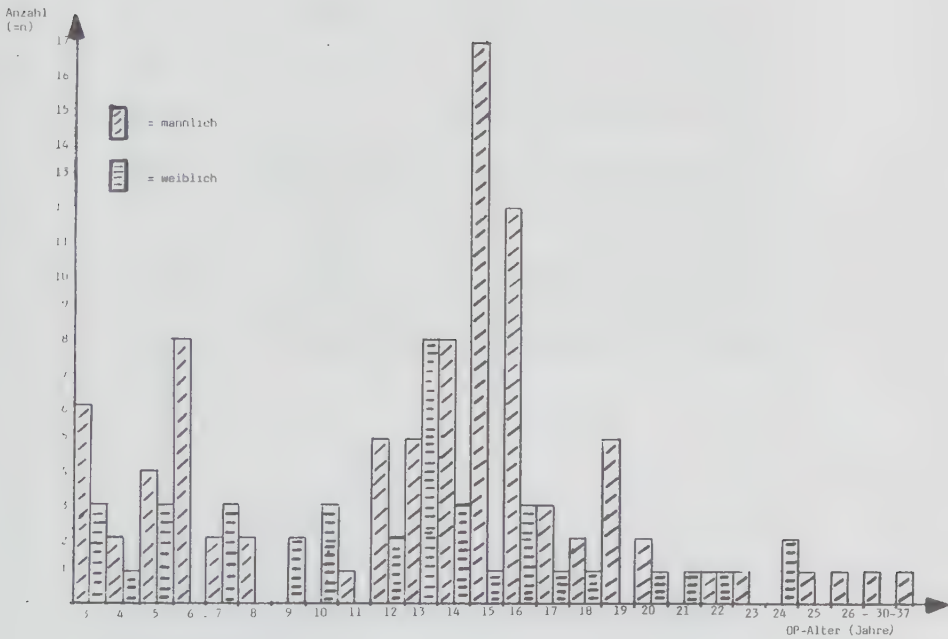


Abb. 3: Operationsalter und Anzahl der Patienten
mit Thoraxdeformitäten im Zeitraum
01.04.1979 - 31.03.1980; n = 129

IV.1.2. Größen- und Gewichtsverhältnisse

Die oft geäußerte Behauptung, Kinder mit Trichterbrust seien von hohem und schlanken Wuchs, konnte mit der Erhebung der Größen- und Gewichtsverhältnisse von 218 Patienten bestätigt werden.

Während die Körpermaße annähernd der 75. Percentile verlaufen, stimmt das Körpergewicht in etwa mit der 50. Percentile überein.

Die Kinder sind also im Vergleich zum Durchschnitt größer bei zu geringem Gewicht.

Den altersabhängigen Körpergrößen- und Gewichtsverlauf zeigt Abb. 4 bei den Knaben und Abb. 5 bei den Mädchen.

Die zahlenmäßigen durchschnittlichen Größen- und Gewichtsverhältnisse in den einzelnen Altersgruppen sind im Anhang S. 1 wiedergegeben.

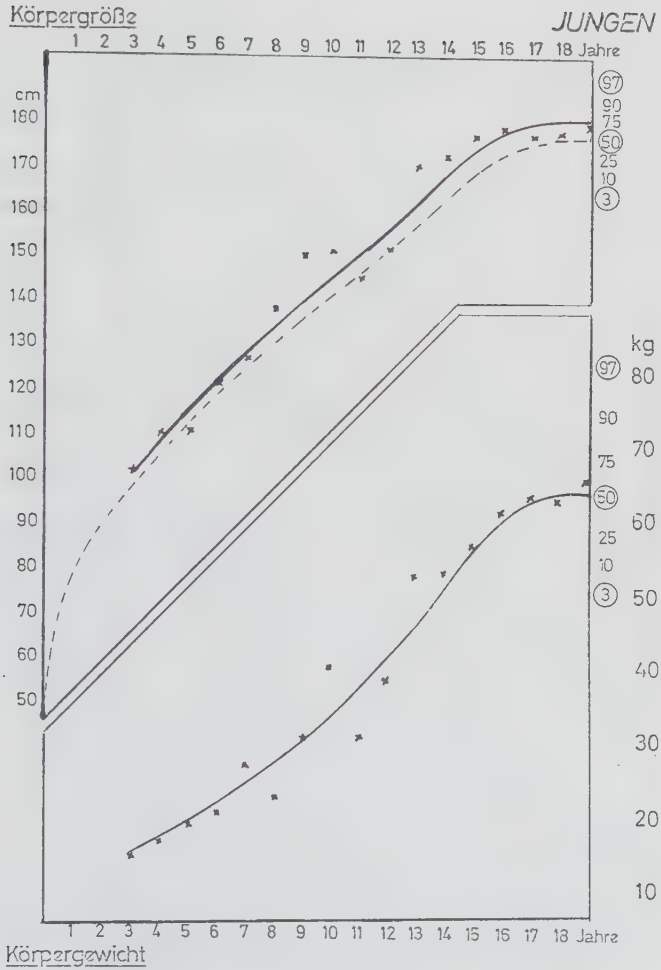


Abb. 4: Größen- und Gewichtsverhältnisse
von 157 männlichen Patienten

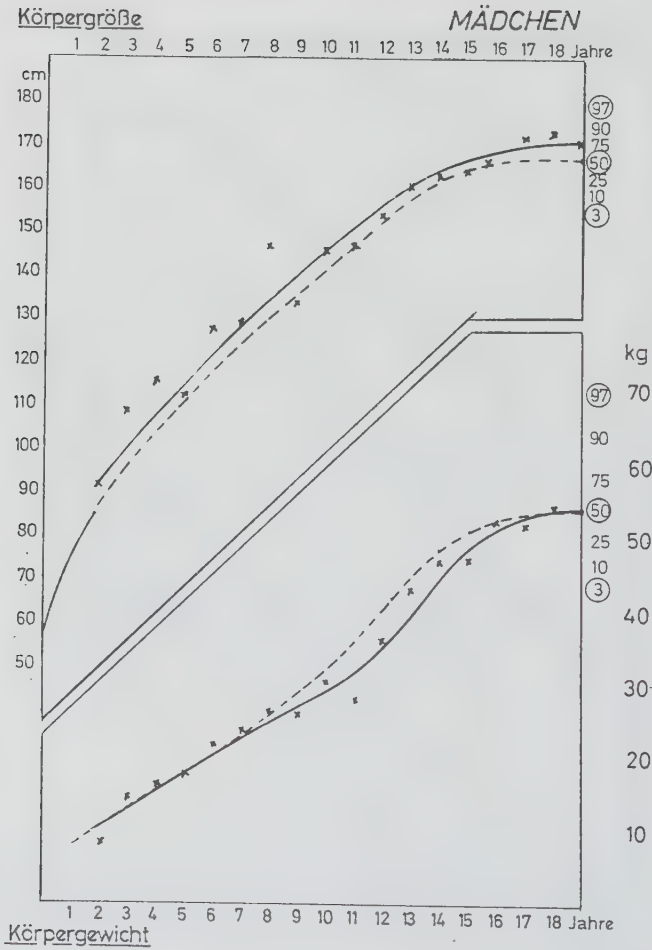


Abb. 5: Größen- und Gewichtsverhältnisse
von 61 weiblichen Patienten

IV.1.3. Einteilung und zahlenmäßige Verteilung der Thoraxdeformitäten

Eine Typisierung angeborener Thoraxdeformitäten hat neben rein statistischem Interesse auch Bedeutung für die Prognose der Korrektur.

So wird z.B. die Grundform eines Platythorax mit Trichterbildung nach der Korrektur eine Flachbrust bleiben.

Eine asymmetrische Trichterbrust wird evtl. ein diffizielles technisches Vorgehen erfordern und hat aus dem Grunde eine ungünstigere Prognose zu erwarten.

Aufgrund der pathologisch-anatomischen Gegebenheiten richtet man sich dabei am besten nach folgender Klassifikation der angeborenen Thoraxdeformitäten (51): (Die in Klammer stehenden Zahlen beziehen sich auf eine ältere, noch gebräuchliche Einteilung)

- 1 (1a) = symmetrische Trichterbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax
- 2 (1b) = asymmetrische Trichterbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax
- 3 (2a) = symmetrische Trichterbrust bei Platythorax
- 4 (2b) = asymmetrische Trichterbrust bei Platythorax
- 5 (3a) = symmetrische Kielbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax
- 6 (3b) = asymmetrische Kielbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax

- 7 (4a) = symmetrische Kielbrust bei Platythorax
- 8 (4b) = asymmetrische Kielbrust bei Platythorax
- 9 = Kombinationsform von Kielbrust und
Trichterbrust
- 10 = Brustwandaplasie
- 11 = Manubrium - Sternumspalte

Die numerische und prozentuale Verteilung der im Untersuchungszeitraum operierten Thoraxmißbildungen ist in Tabelle 5 wiedergegeben.

87,59 % der Patienten waren Trichterbrustträger, 10,07 % Kielbrustpatienten und 2,32 % zeigten die Kombination von Kiel- und Trichterbrust. Brustwandaplasien und Manubrium-Sternumspalten befanden sich nicht unter dem untersuchten Patientengut.

Alle Kielbrustträger hatten einen normal konfigurierten Thorax.

Unter den Trichterbrustträgern stellen mit 56 % Patienten mit symmetrischer Trichterbrust und normal konfiguriertem Thorax das Hauptkontingent. Ein Vergleich mit Statistiken aus früheren Untersuchungszeiträumen zeigt weitgehende Übereinstimmung in der prozentualen Verteilung der Thoraxdeformitäten.

Allerdings hat sich die Zahl der Kielbrustträger mit 10,07 % gegenüber dem Untersuchungszeitraum von 1956 - 1979 mit 921 Fällen (MILLER) mehr als verdoppelt.

Die Feststellung, daß 90 % aller angeborenen Thoraxdeformitäten Trichterbrüste sind, gilt gerundet auch für unseren Untersuchungszeitraum.

Typ	Anzahl n	in % von n	in % von n	Anzahl	Anzahl
1=1a	64	49,6	87,59	44	20
2=1b	36	27,9		25	11
3=2a	4	3,1		3	1
4=2b	9	6,98		7	2
5=3a	7	5,42	10,07	2	5
6=3b	6	4,65		6	-
7=4a	-	-		-	-
8=4b	-	-		-	-
9	3	2,32	2,32	3	-
10	-	-		-	-
11	-	-		-	-
	129			90	39

Tab. 5: Zahlenmäßige und prozentuale
Verteilung der Thoraxdeformitäten

IV.1.4. DAS ELEKTROKARDIOGRAMM (EKG)

Neben anderen Befunden lassen typische EKG-Veränderungen Rückschlüsse auf den Grad der Organbeteiligung zu.

Das Elektrokardiogramm stellt also bei der Beurteilung der Operationsindikation einen entscheidenden Faktor dar.

Zur Ergänzung und wegen der Vergleichsmöglichkeit mit den dieser Arbeit vorausgehenden Untersuchungen (ROHM, HAMMER-TSCHEPPE, MUSCHOLL, MIVARSCH, MILLER) hielten wir uns streng an das bei diesen Arbeiten angewandte Bewertungsschema, das auf der Basis der von LEUTSCHAFT (24) angegebenen EKG-Besonderheiten erstellt wurde.

Die Einteilungskriterien seien nochmals genannt:

Normalbefund: Altersentsprechendes EKG, Normaltyp der elektrischen Herzachse

Grenzbefund: Elektrische Herzachse vom Mittel- bis Steiltyp, kein P-dextrokardiale, negative T-Wellen in den Brustwandableitungen $V_1 - V_2$, angedeutete Rechtsverspätung, keine Rhythmusstörungen

Anormal: Elektrische Herzachse vom Steil- bis Rechtstyp, negative T-Wellen in den Brustwandableitungen vor allem in $V_2 - V_3$, Rechtsverspätung, keine Rhythmusstörungen

Pathologisch: Elektrische Herzachse vom Rechtstyp oder überdrehtem Linkstyp, P-dextrokardiale, negative T-Wellen vor allem in den Brustwandableitungen V_4 - V_5 , inkompletter Rechtsschenkelblock, Rhythmusstörungen im Sinne einer Sinustachykardie, Sinusbradykardie, AV-Block 1. Grades, Sinusextrasystolie oder einer Kammer-Extrasystolie.

Die praeoperativen Elektrodiagramme der 129 im Untersuchungszeitraum an Thoraxdeformitäten operierten Patienten wurden nach den oben genannten Kriterien ausgewertet.

Eine Zusammenstellung ist in Tabelle 3 wiedergegeben.

	Anzahl der TB-Patienten			≅ %	Anzahl d. KB Patienten + komb. KB-TB			≅ %
	m	w	ges.		m	w	ges.	
Normalbefund	4	6	10	9,26	4	2	6	37,50
Grenzbefund	13	9	22	20,37	3	1	4	25,00
Anormaler Befund	38	13	51	47,22	2	1	3	18,75
Patholog. Befund	20	5	25	23,15	2	1	3	18,75
Zwischen-summe	75	33	108	≅100%	11	5	16	≅100%
Kein Befund vorhanden	4	1	5		-	-	-	
(n = 129)	79	34	113		11	5	16	

Tab. 3: Praeoperativer EKG-Befund bei
129 Patienten
(01.04.1979 - 30.06.1980)

Dabei zeigten nur 9,26 % einen Normalbefund.

Bei 20,37 % wurde ein Grenzbefund, bei 42,22 % ein anormaler Befund und bei 23,15 % ein pathologischer Befund registriert.

Zwei Tatsachen sind hervorzuheben:

1. Die Kielbrustpatienten weisen ein "normales" EKG im Vergleich zu den Trichterbrustpatienten auf. Dies kann als Bestätigung für die Organbeteiligung bei Trichterbrustpatienten angesehen werden.
2. Unter den Trichterbrustpatienten zeigen die weiblichen Patienten einen besseren EKG-Befund als die männlichen. Das prozentuale Verhältnis von männlich zu weiblich ist beim Normalbefund 1 : 3,4; beim Grenzbefund 1 : 1,57; beim anormalen Befund 1 : 0,77 und beim pathologischen Befund 1 : 0,56.

Eine noch zu beweisende Erklärung dafür könnte das im Durchschnitt jüngere Operationsalter der weiblichen Patienten sein.

Ein Vergleich der Ergebnisse mit den dieser Untersuchung vorausgegangenen (ROHM, HAMMER-TSCHEPPE, MUSCHOL, MINARSCH, MILLER) zeigt eine relativ gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen von ROHM (42), unterscheidet sich jedoch mit diesen stark von denen der anderen Untersucher.

IV.1.5. LUNGENFUNKTIONSPRÜFUNG

Zur Beurteilung der Lungenfunktion bei Trichterbrustträgern wurden folgende spirometrischen Messungen durchgeführt:

- Vitalkapazität in ccm
- Tiffenautest expiratorisch und inspiratorisch
- 1-Sekundengrenzwert expiratorisch und inspiratorisch
- Atemgrenzwert (AGW) in l/min.
- Atemzeitquotient (AZQ)
- Frequenz/min.
- Atemvolumen (AV)
- Atemzeitvolumen (AZV)

Die Ergebnisse wurden ausgewertet und dem in Tabelle 4 wiedergegebenen Schema zugeordnet.

Im Bewertungsschema bedeuten:

- 1a = normale Lungenfunktion
- 1b = Lungenfunktion im unteren Normbereich
- 2 = obstruktive Ventilationsstörung
leicht - mittel - schwer
- 3 = restriktive Ventilationsstörung
leicht - mittel - schwer
- 4 = kombinierte Ventilationsstörung
 - a) Restriktion: leicht - mittel - schwer
 - b) Obstruktion: leicht - mittel - schwer

LUFU- Befund	Anzahl der TB-Patienten			= %	Anzahl der KB-Pat. + komb. KB-TB			= %
	m	w	ges.		m	w	ges.	
1a	43	19	62	73,80	5	1	6	50,00
1b	3	-	3	3,57	1	-	1	8,34
2	7	8	15	17,87	2	2	4	33,32
3	3	-	3	3,57	-	-	-	-
4	1	-	1	1,19	1	-	1	8,34
Zwischen- summe	57	27	84	100%	9	3	12	100%
ohne Befund	20	9	29		3	1	4	
(n = 129)			113				16	

Tab. 4: Aufgliederung der praeoperativen
Lungenfunktionsbefunde nach dem Typ
der Thoraxdeformität und dem Geschlecht
(n) 129)

Von den 129 untersuchten Patienten lagen nur bei 96 Patienten Ergebnisse vor, da bei Patienten unter 9 Jahren wegen der zu großen Ungenauigkeiten keine Tests durchgeführt wurden.

73,8 % der Trichterbrustpatienten zeigten eine normale Lungenfunktion; 3,57 % befanden sich im unteren Normbereich. Von den 15 Patienten (17,87 %) mit obstruktiven Ventilationsstörungen halten 3 mittelschwere und 12 nur leichte Einschränkungen.

Bei den restriktiven Ventilationsstörungen (3,57 %) waren 2 als leicht und 1 als mittelschwer zu bezeichnen.

Kombinierte Ventilationsstörungen hatte nur ein Trichterbrustpatient (1,19 %) und ein Patient mit der Kombinationsform Trichter- und Kielbrust. Insgesamt hatten die Kielbrustpatienten einen besseren Lungenfunktionsbefund als die Trichterbrustpatienten.

Aufgrund der erhobenen Befunde dürfte es infolge dessen nur in seltenen Fällen möglich sein, eine lungenfunktionsbedingte Operationsindikation abzuleiten.

IV.1.6. RÖNTGENBEFUNDE

Als Standardmethoden gelten bei der Untersuchung der Trichterbrustpatienten die Thoraxaufnahmen in zwei Ebenen.

Wie oben erläutert, erhält man aus diesen Aufnahmen wichtige Meßgrößen zur Beurteilung der Thoraxdeformitäten.

IV.1.6.1. Der innere sterno-vertebrale Abstand

Der innere sterno-vertebrale Abstand, auch als innerer sagittaler Thoraxdurchmesser bezeichnet, ist aus der seitlichen Thoraxaufnahme zu ermitteln als die kleinste horizontale Distanz zwischen Brustwirbelsäule und der Sternuminnenkante bei Inspirationslage.

Er gilt als einer der wichtigsten Parameter bei der Festlegung der Indikation zur Trichterbrustoperation.

Die Operationsindikation ist dann gegeben, wenn der sterno-vertebrale Abstand um mindestens 25 % gegenüber der Norm eingeschränkt ist.

Es existieren z.Z. zwei Normwerttabellen (STUCKI, KATHEDER), deren Normwerte nur unwesentlich voneinander abweichen. Da die Normwerttabellen von Stucki und Katheder die Altersstufen ab 12,5 bzw. 13,5 Jahren nicht mehr berücksichtigt, wird unseren statistischen Erhebungen eine rechnerisch erweiterte Normtabelle (MILLER, ROHM) zugrundegelegt.

Von den 129 der im Untersuchungszeitraum an Thoraxdeformitäten operierten Patienten wurden bei der Bestimmung der Einschränkung in % gegenüber der Norm nach Katheder 16 Kiel- bzw. Kombinationsformen von Kiel- und Trichterbrust nicht einbezogen.

Bei 11 Patienten lagen keine Unterlagen vor.

Abb. 6 zeigt in graphischer Darstellung sowohl die Einzelwerte des sternovertebralen Abstandes bei Trichterbrustträgern und bei Kielbrustträgern, als auch den aus den Durchschnittswerten der Trichterbrustträger sich ergebenden Kurvenverlauf im Vergleich mit dem Verlauf der Normalkurve nach Stucki.

Einen noch deutlicheren Eindruck vom Ausmaß der Einschränkung der sternovertebralen Distanz bei Trichterbrustpatienten gibt Tabelle 5.

Bei 88 % der Patienten mit Trichterbrust beträgt die Einschränkung des sag. Thoraxdurchmessers gegenüber der Norm nach Katheder mehr als 25 %. Nur 12 % der untersuchten Trichterbrustpatienten wichen von der Norm weniger als 25 % ab.

Folglich ist lt. Definition eine Indikation zur operativen Korrektur bei fast 90 % der untersuchten TB-Patienten allein aufgrund der eingeschränkten sternovertebralen Distanz gegeben.

Zählt man die sog. Grenzfälle, d.h. Patienten mit einer Einschränkung von 20 - 25 % gegenüber der Norm noch hinzu, so bleiben nur 4,8 % bei denen der innere sternovertebrale Abstand einen größeren Wert als 80 % der Norm aufweist.

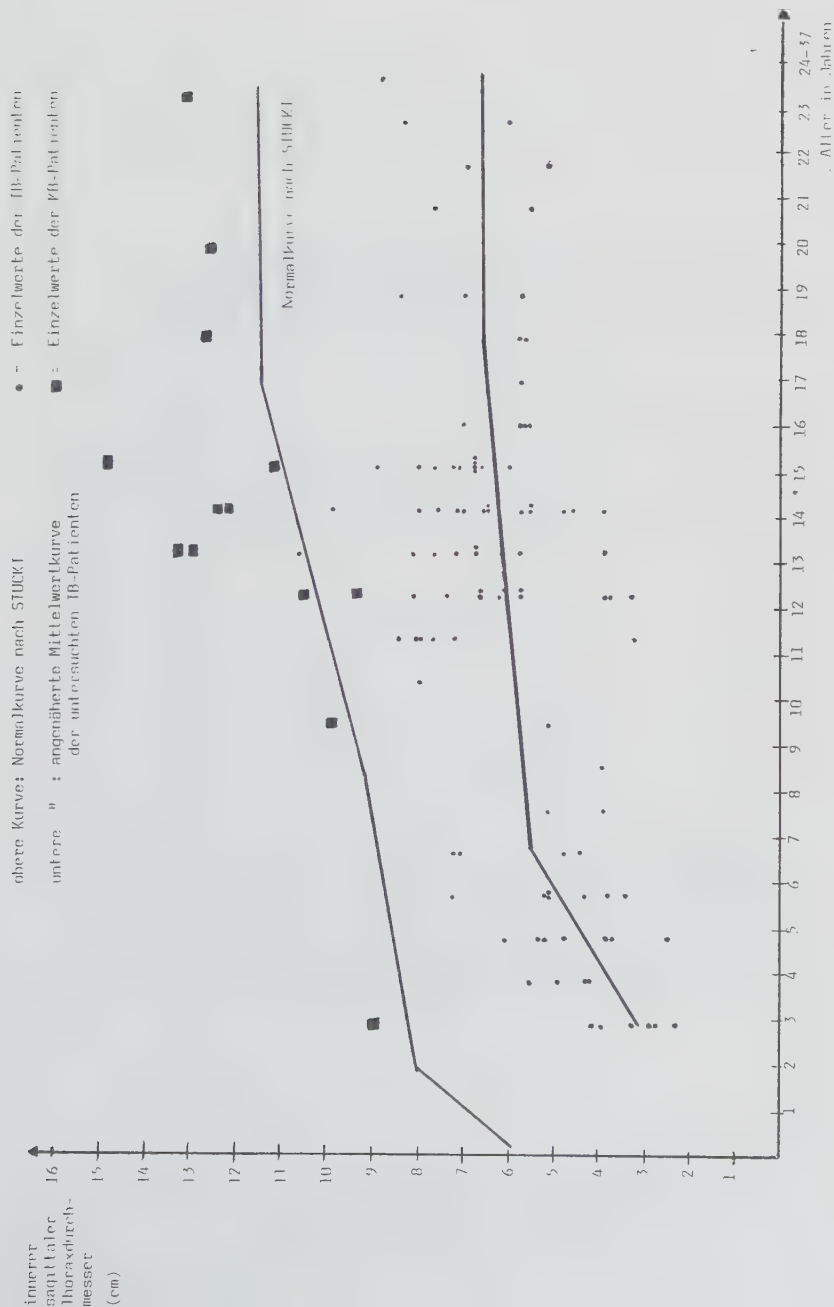


Abb. 6: Innerer sagittaler Thoraxdurchmesser bei 129 Kie1- und

Tuberkulosepatienten im Vergleich zur Normalkurve (nach STUCKI)

OP- Alter	über 50 %	40-50 %	30-40 %	25-30 %	20-25 %	10-20 %	0-10 %	Ø gegenüber der Norm
3	6	1	-	-	-	-	-	60,17
4	-	2	1	-	-	-	-	44,33
5	3	1	2	1	-	-	-	47,65
6	3	3	-	-	-	1	-	46,32
7	-	2	-	-	1	1	-	34,30
8	1	1	-	-	-	-	-	50,00
9	1	-	-	-	-	-	-	57,10
10	1	-	-	-	-	-	-	53,00
11	-	-	-	-	1	-	-	21,70
12	1	-	-	2	2	1	-	31,36
13	3	3	3	-	1	-	-	45,74
14	1	2	3	1	1	-	1	35,00
15	4	6	2	1	-	1	-	43,29
16	-	2	7	1	1	-	-	36,61
17	2	1	1	-	-	-	-	47,72
18-38	8	3	1	3	-	-	-	45,38
Anzahl	34	27	20	9	7	4	1	
in % n=102	33,3	26,4	19,6	8,82	6,86	3,9	0,98	

88 %
12 %

Tab. 5: Altersabhängige Einschränkung

in % der Norm nach Katheder (n = 102)

IV.1.6.2. Wirbelsäulenveränderungen

Über Wirbelsäulenveränderungen im Zusammenhang mit Thoraxdeformitäten sind unterschiedliche, meist recht allgemein formulierte Aussagen zu lesen.

Einerseits werden Wirbelsäulenveränderungen relativ selten beobachtet: bei einer Negativauswahl von 50 Patienten berichtet NÄGELE (31) lediglich bei 10 Patienten über Wirbelsäulenveränderungen.

Andererseits werden häufig verstärkte Brustkyphosen im Zusammenhang mit Trichterbildung beschrieben und seitliche Abweichungen sollen häufig mit asymmetrischer Trichterbildung kombiniert sein (15).

Zum dritten wird auch über eine häufig zu findende Steilstellung der Wirbelsäule bei Trichterbrustpatienten berichtet (45).

In Anlehnung an die Untersuchung von A. MILLER (27) werteten wir die praeoperativen seitlichen und a.p. Röntgenaufnahmen bezüglich der Wirbelsäulenveränderungen aus. Bei 12 der 129 Patienten lagen keine verwertbaren Bilder vor.

Bei 43 (37 %) von 117 Patienten konnten Wirbelsäulenveränderungen festgestellt werden.

Eine Übersicht über die Altersverteilung und den Deformationstypus dieser 43 Patienten mit Wirbelsäulenveränderungen gibt Tabelle 6.

	Alter							Thoraxdeformität				
	n	0-6	%	7-13	%	üb. 14	%	1	2	3	4	9
Kyphose	4	-	-	1	3,3	3	4,3	4	-	-	-	-
Skoliose	29	6	22,2	4	12,2	19	27,5	16	9	-	3	1
Kyphoskoliose	2	-	-	-	-	2	2,9	-	1	1	-	-
Steilstellung der Wirbelsäule	13	1	3,7	2	6,6	10	14,5	6	7	-	-	-
davon zugleich Skoliosen	-5	-1	-	-1	-	-3	-	-1	-4	-	-	-
S U M M E (abzüglich 5 der Zeile 5)	43	6	22,2	6	18,2	21	30,4	25	13	1	3	1

Tab. 6: Altersverteilung und Deformationstypus
von 43 Patienten mit Wirbelsäulenver-
änderungen

Kyphosen traten in 3,4 %, Skoliosen in 24,8 %, Kyphoskoliosen in 1,7 % und Steilstellungen in 11 % der Fälle auf.

Übereinstimmend mit den Untersuchungen von Miller treffen wir Kyphosen und Kyphoskoliosen bei Trichterbrustpatienten relativ selten, Skoliosen dagegen recht häufig an.

Abweichend von Miller stellten wir in 11 % der Fälle eine Steilstellung der Wirbelsäule fest.

Bezogen auf die Anzahl der Patienten in den einzelnen Altersgruppen verteilen sich die Wirbelsäulendeformitäten auf alle Altersstufen mit kleiner Häufigkeit in der Altersstufe über 14 Jahren.

Untersucht man die Verteilung der Wirbelsäulenverformungen auf die einzelnen Typen von Thoraxdeformitäten, so läßt sich folgendes feststellen: Kyphosen finden sich nur beim Trichterbrusttyp 1, und zwar in 6,25 % der Typ-1-Fälle; Skoliosen zeigen vom Typ 1 25 %, von Typ 2 24 % und von Typ 4 44 %; d.h. die Skoliosen verteilen sich auf die Trichterbrust bei Flachthorax und bei normalkonfiguriertem Thorax relativ gleichmäßig, sind jedoch zu finden bei asymmetrischer Trichterbrust und Platythorax (Typ 4).

Bedenkt man, daß zumindest ein kleiner Teil der klinisch als symmetrisch erscheinenden Trichterbrüste sich während der Operation als asymmetrisch erweist (WILLITAL), so verschiebt sich

das etwas gehäufte Vorkommen von Skoliosen bei asymmetrischen Kielbrüsten noch mehr in diese Richtung.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Wirbelsäulenveränderungen im Zusammenhang mit Thoraxdeformitäten vermehrt im höheren Lebensalter in Form von Skoliosen auftreten und daß diese Seitabweichungen der Wirbelsäule überwiegend bei asymmetrischen Trichterbrüsten auftritt, jedoch in viel geringerem Ausmaß als man erwarten könnte.

IV.1.7.KOMPLIKATIONEN

Durch verfeinerte Operationsmethoden und verbesserte Anästhesieleistungen konnte das Operationsrisiko quod ad vitam praktisch auf null herabgesetzt werden. Dennoch treten Komplikationen auf, die beobachtet werden müssen, um rechtzeitig größeren Zwischenfällen begegnen zu können.

IV.1.7.1Intraoperative Komplikationen

Während ROHM (26) noch von Pleuraeröffnungen bei 24 % der Fälle, einer Aortenverletzung, einer Blutung der arteria mammaria und einem Todesfall (bei 281 Operationen) berichtet, kam es bei den 129 untersuchten Fällen lt. OP-Bericht lediglich 9mal (= 7 %) zu Pleuraverletzungen, sieht man von der Pleuraverletzung bei der Metallbügelentfernung ab.

Alle intraoperativen Komplikationen konnten leicht beherrscht werden und hatten keine nachteiligen Folgen. Männliche und weibliche Patienten waren im Verhältnis 2,3 : 1 betroffen. Das entspricht der natürlichen Verteilungsquote.

Eine Zusammenstellung der intraoperativen Komplikationen - nach dem Alter der Patienten geordnet - zeigt Tabelle 7.

Die Bevorzugung eines bestimmten Alters kann an Hand dieser Aufstellung nicht festgestellt werden.

Alter	Geschlecht		Komplikationen	Arch.-Nr.
	♂	♀		
3	x		Mantelpneu rechts	291 257
12	x		Pneumothorax rechts	290 603
13		x	Pneumothorax rechts	283 565
13		x	Mantelpneu rechts	286 008
14	x		Mantelpneu beidseits	287 973
15	x		Pleuraeröffnung bei SE	283 609
15	x		Pleuraeröffnung rechts	282 277
16	x		Pleuraeinriß rechts	278 406
16		x	Mantelpneumothorax	290 484
19	x		Mantelpneumothorax	249 832

Tab. 7: Intraoperative Komplikationen
bei 129 Patienten

IV.1.7.2. Postoperative Komplikationen

Bei den postoperativen Komplikationen steht der nicht erkannte Pneumothorax und die Infektion bei größeren Wundarealen an erster Stelle.

Lebensgefährlich kann dabei eine Mediastinitis sein.

Um einen Pneumothorax rechtzeitig zu erkennen, wird unmittelbar nach der Operation eine Röntgenkontrollaufnahme angefertigt.

Der Infektion wird vorgebeugt durch Anbringen einer substernalen Saugung, zweier retrosternaler Drains und einer antibiotischen Allgemeinthherapie.

Die trotz aller Maßnahmen aufgetretenen postoperativen Komplikationen sind, nach Alter und Geschlecht geordnet, in Tabelle 8 wiedergegeben.

Alter	Geschlecht		Komplikationen	Archiv-Nr.
	♂	♀		
5	x		Mikrohämaturie, Hb 9,3 g%	280 753
5	x		Mikrohämaturie 1. Post-OP Tg	290 069
3		x	dunkler Urin (keine Ery, reichl. Ureat)	263 519
4	x		Mikrohämaturie	216 554
4		x	Mikrohämaturie, Hb 10,4 g%	287 627
5	x		Hämaturie, RÜ	279 486
7		x	Mikrohämaturie 1.Tg post OP	287 631
10		x	Mikrohämaturie	288 937
12	x		Makrohämaturie	275 330
13	x		Hämatom i.d. Brustwand	287 618
14	x		Nachblutungen a.d. Drainagen Mikrohämaturie 3.Tg post OP Hämatom i.d. re. Brustwand	287 653
15	x		Pneu rechts Hb 9,3 g% HTK 24 %	294 753
15	x		flüchtige Hämaturie	283 512
15	x		Mikrohämaturie	283 699
16	x		Spießinfektion	283 609
16	x		Akrozyanose d. li. Hand (anfallsweise) Parästhesien u. Haut emphysem rechts	254 574
16	x		Makrohämaturie, Mantelpneu	284 607
16	x		Ulnarisparese, Hb 10,3 g%	297 454
16		x	Hämaturie	290 484
17	x		Infektion der Atemwege Hb 11,2 g%, HTK 34 g%	288 905
22		x	abgerissener Drainageschl.	290 970
23	x		nach 1/4 J. Spießinfektion li. und Fistelbildung	280 275
37	x		4 Tage Fieber, Hb 9,3 g%	288 876

Tab. 8: Postoperative Komplikationen
bei 129 Patienten

8mal trat eine Mikrohämaturie auf, 5mal eine Makrohämaturie, 2mal ein Hämatom der Brustwand und 2mal ein Pneumothorax.

Weiterhin wurde jeweils in einem Fall postoperativ dunkler Urin ohne Erythrozyten, Nachblutung aus den Drainagen, eine Akrozyanose der linken Hand mit Parästhesien und Hautemphysem rechts, eine Ulnarisparese, eine Spießinfektion mit Fistelbildung, ein abgerissener Drainageschlauch und Fieberbildung beobachtet.

Auf die Altersgruppen bezogen, hatten 22 % der 0 - 6jährigen, 12 % der 7 - 13jährigen und 19 % der über 14jährigen postoperative Komplikationen.

IV.1.7.3. Postoperative Wundheilungsstörungen

Wie schon ROHM (42) berichten konnte, haben sich die Wundheilungsstörungen seit Verwendung eines Metallspießes bei der Trichterbrustoperation gegenüber der Extensionsmethode deutlich verringert.

Wundheilungsstörungen zeigten sich beim untersuchten Patientengut in Form von Narbenhypertrophien und Keloidbildung, Spießinfektionen und Wundrandnekrosen. In 7,5 % der untersuchten Fälle konnte eine Wundheilungsstörung vorgefunden werden.

Eine Aufstellung gibt Tabelle 9.

Alter	Art der Störung	Archiv-Nr.
3	Narbenhypertrophie	282 034
5	Entzündung, k. Eitererreger nachgew.	277 462
8	Narbenkeloid	276 645
10	kleine exzentrische Wundrandnekrose	290 287
12	umschriebene Wundrandnekrose (Mitte)	287 722
12	Wundrandnekrose nach Bluterguß	280 715
13	Narbenhypertrophie	281 967
16	Spießinfektion durch Drucknekrose	283 609
17	Wundinfektion nach 3 Monaten, nach subkutaner Verhaltung seriöser Flüssigkeit	281 006
23	Spießinfektion und Fistelbildung 1/3 Jahr nach OP	280 275

Tab. 9: Wundheilungsstörungen bei 129 Patienten

IV.1.7.4. Duraimplantation

In jüngerer Zeit wird an der Universitätsklinik Erlangen bei Trichterbrustoperationen mit ungünstigen Voraussetzungen zur Erzielung einer besseren Weichteildeckung lyophilisierte Dura eingelagert.

Lyophilisierte Dura wird bindegewebig organisiert und soll zu einem besseren kosmetischen Ergebnis führen.

In diesem Zusammenhang interessiert, ob die Dura akzeptiert wird, oder ob es zu Abstoßungsreaktionen kommt.

Tabelle 10 zeigt die Anwendungssituationen von lyophilisierter Dura. Im Vergleich mit Operationen ohne Verwendung von Dura kann festgestellt werden, daß eine Duraimplantation das Vorkommen von Wundheilungsstörungen erhöht, Abstoßungsreaktionen wurden nicht beobachtet.

Alter	Geschl.		OP - Typ	Besonderheiten	Arch.-Nr.
	m	w			
3	x		TB-OP 1b	Dura 4-fach	291 557
3		x	TB-OP 1b	post-OP: dkl. Urin, k. erys, reichlich Ureat	263 519
5		x	TB-OP 1b	Wundinfektion	277 462
5	x		Rez.-OP 2a	post-OP: Hämatom - Punktion	269 637
5		x	TB-OP 1a	---	290 068
6	x		TB-OP 1b	Dura gedoppelt	289 481
9	x		Rez.-OP 1b	---	272 589
9	x		Rez.-OP 1a	---	271 645
12	x		Rez.-OP 1a	Bildung eines postoperativen Hämatoms	196 048
13	x		Rez.-OP 1a	---	248 709
13		x	Kielbrust	---	292 655
13		x	TB-OP 1b	---	292 733
14		x	Rez.-OP 1a	---	224 771
15	x		Rez.-OP 1a	---	244 652
15	x		TB-OP 2a	---	286 534
16	x		Rez.-OP 1b	---	238 593
18		x	TB-OP 1a	---	294 486

Tab. 10: Alter, Geschlecht und Operationstyp
bei Duraimplantation

IV.1.8. Klinikaufenthalt

Zur operativen Behandlung der Thoraxdeformität muß ein Patient, abgesehen von den Vor- und Nachuntersuchungen in der Ambulanz, zweimal zur stationären Aufnahme in die Klinik.

Das erste Mal zur Durchführung der Operation, das zweite Mal zur Metallbügelentfernung nach ca. 12 Monaten.

Eine Übersicht zum Klinikaufenthalt bei der Trichterbrustoperation gibt Tabelle 11.

IV.2. Postoperative Befunde und Ergebnisse (Nachuntersuchung)

Alle Patienten (n = 218), bei denen im Untersuchungszeitraum eine Thoraxoperation oder eine Spießentfernung durchgeführt wurde, bestellten wir zur Nachkontrolle ein.

162 (= 74,3 %) Patienten folgten der Aufforderung und konnten nachuntersucht werden.

Anlagebedingt umfaßt das Krankengut Patienten, bei denen die Operation nur wenige Monate zurückliegt und der Metallbügel noch nicht entfernt wurde, und Patienten, bei denen die Spießentfernung bereits durchgeführt wurde. Es handelt sich also um kurz- bis mittelfristige Operationsergebnisse.

Im Gesamtdurchschnitt liegt zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung die Operation 15,4 Monate zurück.

Bei Patienten ohne Metallbügelentfernung liegt die Operation durchschnittlich 8,3 Monate zurück, bei Patienten nach Metallbügelentfernung durchschnittlich 20 Monate. Das Verhältnis männlich zu weiblich ist bei den Nachuntersuchten mit 2,05 : 1 gegenüber den Einbestellten mit 2,51 : 1 etwas zu Gunsten der weiblichen Patienten verschoben.

Eine Aufschlüsselung der nachuntersuchten Patienten nach Trichterbrusttypen zeigt eine genaue Übereinstimmung mit der prozentualen Verteilung auf die einzelnen Deformitätentypen.

Somit kann davon ausgegangen werden, daß ein repräsentativer Querschnitt nachuntersucht werden konnte.

IV.2.1. Tragen des Rucksackverbandes

An der Universitätsklinik Erlangen wird den jüngeren an Thoraxdeformitäten operierten Patienten regelmäßig das Tragen eines Rucksackverbandes verordnet.

Erst ab dem 17./18. Lebensjahr wird er nur noch bei besonderer Haltungsschwäche empfohlen.

139 der 162 befragten Patienten trugen einen Rucksackverband (102 Typ Zimmer, USA; 37 Typ Teufel-Gerzer), 23 trugen keinen.

Die Tragedauer des Rucksackverbandes ist dabei recht unterschiedlich. Sie variiert von 1 Woche bis zu 13 Monaten. Ein Patient trug ihn 18 Monate lang und ein anderer trägt ihn nach 24 Monaten immer noch. Die durchschnittliche Tragedauer beträgt 6,3 Monate. 46 % trugen ihn 3 - 6 Monate lang, 13 % trugen ihn ca. 12 Monate.

Ein Einfluß des Rucksackverbandes auf das Operationsergebnis kann an Hand der erhobenen Befunde nicht nachgewiesen werden, wenngleich viele der befragten Eltern eine Haltungsbesserung ihrer Kinder seit der Trichterbrustoperation feststellten.

IV.2.2. OP-Ursache aus der Sicht des Patienten

Auf die Frage, warum sie die Operation auf sich nahmen, nannten

- 63 % (n = 103) den Rat der Ärzte, um organischen Schäden vorzubeugen
- 28 % (n = 45) kosmetische Gründe
- 9 % (n = 14) aufgrund von Beschwerden.

Im Alter von 1 - 6 Jahren (n = 28) nannten nur 2 Patienten (= 7 %) kosmetische Gründe, 1 Patient (= 3,57 %) Beschwerden (Brechanfälle).

Im Alter zwischen 6 - 12 Jahren waren es schon 6 Patienten (= 18 %), welche kosmetische Verbesserung als OP-Ursache angaben. Auch die Nennung von Beschwerden steigerte sich auf 9 %.

Im Alter von 13 - 16 Jahren (n = 73) waren es 26 Patienten (= 35 %), welche die kosmetische Beeinträchtigung durch den Trichter störte. Organische Beschwerden gaben in dieser Altersgruppe 6,8 % als OP-Ursache an.

Ab dem 17. Lebensjahr ist nur noch eine schwache Zunahme der kosmetischen Beeinträchtigung als OP-Ursache gegeben (= 39 %). Organische Beeinträchtigung war in 25 % der Fälle zu verzeichnen.

Zwei Feststellungen lassen sich aus der Analyse der gegebenen Antworten treffen:

1. Das Bewußtsein einer kosmetischen Beeinträchtigung durch die Thoraxdeformität ist erst ab dem 13. Lebensjahr stärker ausgeprägt.

2. Die durch die Thoraxdeformität hervorgerufenen subjektiven Beschwerden verstärken sich in höherem Lebensalter so, daß sie für einen Großteil der Patienten eine Operationsindikation darstellen.

Daß der kosmetische Aspekt - oder anders gesagt - der psychische Leidensdruck eine größere Rolle spielt als allgemein angenommen, geht aus der Tatsache hervor, daß drei Viertel aller Eltern bzw. Patienten auf die Frage, ob sie die Deformität gestört hat, mit ja antworteten.

Überraschenderweise störte die weiblichen Patienten die Deformität weniger (64 %) als die männlichen Patienten (81 %).

Die Eltern der weiblichen Patienten (76 %) störte die Deformität in ähnlich hohem Maße wie die der männlichen Patienten (74 %).

60mal urteilten Patienten und Eltern gleichzeitig über die Beeinträchtigung durch die Deformität.

Erstaunlicherweise stimmten in 1/3 der Fälle Patienten- und Elternaussage nicht überein, d.h. in 33 % störte die Deformität die Eltern, jedoch nicht den Patienten bzw. umgekehrt.

IV.2.3. Durchführung krankengymnastischer Übungen

IV.2.3.1. Trainingsintensität in den verschiedenen Übungsformen

Die Wichtigkeit der prae- und insbesondere der intensiven postoperativen krankengymnastischen Betreuung der Patienten wird von allen Autoren, die sich zu diesem Thema äußern, hervorgehoben (14, 15, 34, 38, 40, 47, 55).

Dabei reichen die Vorschläge von einer systematischen Atemgymnastik und systematischen Haltungsübungen (15) bis zum engagierten und harten Training wie zur Vorbereitung von Wettkämpfen (14).

Das begleitende Behandlungsprogramm bei Trichteroperationen umfaßt an der Erlanger Universitätsklinik ein Übungsprogramm vor der Operation und ein Übungsprogramm nach der Operation, differenziert für die ersten 6 Wochen nach der Operation und nach Ablauf von 6 Wochen.

Es empfiehlt im einzelnen:

1. täglich Expanderübungen (morgens und abends je 15 Minuten)
2. täglich Liegestützen (Steigerung bis auf 50 pro Tag)
3. täglich Bodenübungen (zur Kräftigung der Bauchmuskulatur)
4. Leistungsschwimmen

Bei unserer Untersuchung wollen wir in Erfahrung bringen:

- a) in welchem Ausmaß wird das Übungsprogramm vom Patienten durchgeführt
- b) hat die Übungsintensität Auswirkungen auf das Behandlungsergebnis

Dazu wurden die 162 einbestellten Patienten über die Durchführung der Expanderübungen, der Liegestützen, der Bodenübungen und des Schwimmtrainings befragt. Zu jeder dieser 4 Trainingsformen wurden sie gefragt, ob sie die Übungen durchführten:

- a) überhaupt nicht
- b) das 1. Vierteljahr regelmäßig, dann nicht mehr
- c) das 1. Vierteljahr unregelmäßig
- d) das 1. Jahr bzw. seit der Operation regelmäßig

Antworten wie "ab und zu", insgesamt wenig" wurden Punkt b) zugezählt.

Tabelle 12 gibt eine allgemeine Übersicht der Durchführung des Trainingsprogrammes, aufgeteilt nach den vier Trainingsformen.

Es zeigt sich, daß das empfohlene Behandlungsprogramm bei einer großen Zahl von Patienten keine Resonanz findet. In jeder der vier Trainingsformen betreibt ein Drittel der nachuntersuchten Patienten nach eigenen Angaben die vorgeschlagenen Übungen nicht.

a) und b) zusammen, also keine bis geringe Durchführung der Übungen, ergeben über 50 %, d.h. über die Hälfte der Befragten betreiben die jeweilige Trainingsform wenig bis gar nicht.

Vorausgesetzt, die befragten Patientenangaben treffen allgemein zu, so lassen sich für Knaben und Mädchen unterschiedliche Beliebtheitsskalen aufstellen:

Knaben:	Expanderübungen, Liegestützen, Schwimmen, Bodenübungen
Mädchen:	Bodenübungen, Schwimmen, Liegestützen, Expanderübungen

	Anzahl			in %			in %		
	m	w	ges.	m	w	ges.	m	w	ges.
E x p a n d e r ü b u n g e n :									
-	31	24	55	28,4	45,2	33,9	} 45,8	62,1	51,1
+	19	9	28	17,4	16,9	17,2			
++	26	3	29	23,8	5,6	17,9	} 54,5	37,6	48,7
+++	33	17	50	30,7	32,0	30,8			
L i e g e s t ü t z e n :									
-	35	25	60	32,1	47,1	37,0	} 47,6	60,6	51,8
+	17	7	24	15,5	13,2	14,8			
++	26	1	27	23,8	1,8	16,6	} 52,2	39,5	48,1
+++	31	20	51	28,4	37,7	31,5			
B o d e n ü b u n g e n :									
-	37	18	55	33,9	33,9	33,9	} 55,9	50,8	54,2
+	24	9	33	22,0	16,9	20,3			
++	21	6	27	19,2	11,3	16,6	} 43,9	49,0	45,6
+++	27	20	47	24,7	37,7	29,0			
S c h w i m m t r a i n i n g :									
-	35	18	53	32,1	33,9	32,7	} 55,0	52,7	54,3
+	25	10	35	22,9	18,8	21,6			
++	16	6	22	14,8	11,3	13,6	} 45,0	47,1	45,7
+++	33	19	52	30,2	35,8	32,1			

- ≡ keine Durchführung
- + ≡ 1. Vierteljahr bzw. allgemein wenig
- ++ ≡ 1. Vierteljahr, dann unregelmäßig
- +++ ≡ 1 Jahr bzw. seit der Operation
 regelmäßig

Tab. 12: Die Durchführung des Trainingsprogrammes,
aufgeteilt nach Trainingsformen

IV.2.3.2. Gesamttrainingsintensität

Aus den Antworten bei der Befragung nach der Durchführung des Trainingsprogrammes wurde für jeden Patienten die Trainingsintensität festgelegt mit der Einteilung "keine", "geringe", "mäßige" und "hohe" Trainingsintensität.

Als Einteilungskriterien wurden die Intensitäten der "Einzeldisziplinen" (also Bodenübungen, Expandertraining usw.) herangezogen.

Bei 0 bis 12 möglichen Punkten wurde folgende Einteilung getroffen:

- 0 Punkte = keine Intensität
- 1 - 4 Punkte = geringe Intensität
- 5 - 8 Punkte = mäßige Intensität
- 9 - 12 Punkte = hohe Intensität

Zum Teil wurden diese Einteilungskriterien etwas modifiziert, z.B:

"täglich Bodenturnen" ergibt hohe Intensität
"Übungen speziell nicht, jedoch Röhrradturnen
wettkampfmäßig" ergibt hohe Intensität

andererseits:

"täglich Liegestützen" als Angabe eines 7jährigen Mädchens in falscher Ausführung und
"ab und zu Expandertraining" wurde dennoch als geringe Intensität gewertet.

Die Darstellung der Gesamttrainingsintensität, wie sie in Tabelle 13 dargestellt ist, soll den Umfang der Trainingsintensität in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht zeigen und weiter unten in Zusammenhang mit der Darstellung der OP-Ergebnisse die mögliche Auswirkung auf das OP-Ergebnis zeigen.

Alter	Anzahl	Geschlecht	Intensität							
			keine		geringe		mäßig-gute		hohe	
			n	%	n	%	n	%	n	%
2-4	9	m	5	55,6	4	44,4	-	-	-	-
	6	w	3	50,0	2	33,3	1	16,7	-	-
5-6	9	m	3	33,3	3	33,3	2	22,2	1	11,1
	4	w	-	-	1	25,0	2	50,0	1	25,0
7-12	20	m	3	15,0	9	45,0	4	20,0	4	20,0
	13	w	5	38,4	5	38,4	-	-	3	23,0
13-14	19	m	-	-	9	47,3	7	36,8	3	15,8
	16	w	6	37,5	3	18,7	3	18,7	4	25,0
15-16	31	m	5	16,1	12	38,7	9	29,0	5	16,1
	7	w	1	14,2	4	57,1	1	14,2	1	14,2
17-19	10	m	1	10,0	2	20,0	5	50,0	2	20,0
	2	w	2	100,0	-	-	-	-	-	-
20 und älter	11	m	-	-	6	54,5	5	45,5	-	-
	5	w	1	20,0	1	20,0	3	60,0	-	-
Summe	109	m	17	15,6	45	41,3	32	29,3	15	13,7
Summe	53	w	18	33,9	16	30,2	10	18,8	9	16,9
insgesamt	162	m + w	35	21,6	61	37,65	42	25,9	24	14,8

59,2 %

40,8 %

Tab. 13: Gesamttrainingsintensität in den einzelnen Altersgruppen (n = 162)

Wie aus Tabelle 13 ersichtlich, betreibt mehr als die Hälfte aller befragten Patienten die Übungen mit nur geringer Intensität, soweit sie überhaupt durchgeführt werden.

Besonders auffällig ist, daß 1/3 aller weiblichen Patienten keinerlei Trainingsintensität erreicht. Die männlichen Patienten schneiden insgesamt etwas besser ab als die weiblichen.

Auf die Altersgruppen bezogen kann festgestellt werden, daß die Übungsintensität besonders gering ist in der Altersgruppe von 2 - 4 Jahren.

Von dieser Altersgruppe wird das Trainingsprogramm in dieser Form nicht akzeptiert.

Als mögliche Ursachen der unzureichenden Ausübung des Gymnastikprogramms können genannt werden:

1. die nicht deutlich genug betonte Wichtigkeit der Übungen
2. das nicht altersgerechte Übungsangebot:
für Kinder zwischen 4 und 6 Jahren sind Liegestützen einfach zu schwer, ebenso für ein Großteil der weiblichen Patienten.
Wir konnten wiederholt feststellen, daß sowohl die Liegestützen als auch die Bauchmuskelübungen mit lordotisch überstreckter Lendenwirbelsäule ausgeführt wurden, was der erwünschten Haltungsverbesserung entgegensteht.

IV.2.4. Wundheilungsstörungen

Die in den Krankenblättern festgehaltenen Wundheilungsstörungen wurden anhand der Patientenaussagen nochmals überprüft (vergl. auch Kap. IV.2.3.).

Nach Angaben der Patienten verlief in 92 % der Fälle die Wundheilung reizlos und ohne die geringsten Komplikationen.

Von den 8 % der Patienten mit Wundheilungsstörungen berichteten:

- 3 (1,8 %) über nässende Stellen im Schnittbereich,
- 4 (2,46%) über eitrige Stellen im Schnittbereich und
- 6 (3,7 %) über Nachblutungen (2mal), aufgehende Naht (2mal) und einen Narbenbruch (1mal).

Die weiblichen Patienten berichteten mit 12,7 % gegenüber den männlichen mit 6,8 % in fast doppelt so vielen Fällen über Wundheilungsstörungen.

Bemerkenswert mag ferner noch sein, daß Wundheilungsstörungen im jugendlichen Alter seltener als im höheren Alter zu beobachten sind:

Patienten im Alter zwischen 2 und 14 Jahren berichteten nur in 4,16 % von Wundheilungsstörungen, während Patienten über 15 Jahre in 12,12 % der Fälle Wundheilungsstörungen hatten.

Diese Tatsache spricht für die Durchführung der Operation im früheren Alter.

IV.2.5. Sensibilitätsprüfung

Die Sensibilitätsprüfung der vorderen Brustwand wurde analog der Prüfung des n. trigeminus mit einer zahnärztlichen Sonde durchgeführt.

Als Kriterium für normale Sensibilität wurde das Unterscheidungsvermögen des stumpfen vom spitzen Sondenteils durch den Patienten gewertet.

Bei normaler Sensibilität waren die Angaben des Patienten "stumpf" oder "spitz" im Operationsgebiet genauso sicher wie außerhalb des OP-Gebietes.

Fehlendes oder eingeschränktes Unterscheidungsvermögen wurde als starke bzw. minimale Hypästhesie registriert. Bei lokal sehr eng umgrenzter Hypästhesie wurde dies gesondert vermerkt.

Paraesthesien und Hypersensibilität wurden durch leichtes Bestreichen der Haut mit dem spitzen Sondenteil eruiert. Das Ergebnis der vorgenommenen Sensibilitätsprüfung an den einbestellten Patienten zeigt Tabelle 14.

Es zeigt sich, daß bei mehr als der Hälfte (54 %) der operierten Patienten mit leichten (18,5 %) bis starken (19,8 %) Sensibilitätseinschränkungen gerechnet werden muß.

Bei 16 % der untersuchten Fälle beschränkt sich die Sensibilitätseinschränkung auf einen eng umschriebenen zentralen Bereich über dem Brustbein.

Hyperästhesien und Parästhesien, von den Patienten als "dumpfes Gefühl" oder "kribbeln" beschrieben, wurden in 27 % der Fälle registriert.

Eine wichtige Feststellung läßt sich aus der Tabelle 14 entnehmen:

Je älter der operierte Patient ist, desto eher muß mit einer Sensibilitätseinschränkung nach der Trichterbrustoperation gerechnet werden.

Bezogen auf die Fragestellung nach dem günstigsten Operationsalter, sollte die Operation nicht nach dem 12. Lebensjahr durchgeführt werden, um eine günstige Prognose in Bezug auf die wiederkehrende Sensibilität stellen zu können.

Alter	Anzahl	$\frac{m}{w}$	normal		hypo					
			n	%	stark		zentral		wenig	
			n	%	n	%	n	%	n	%
			n	%	n	%	n	%	n	%
0-4	9	m	9	100	-	-	-	-	-	-
	6	w	5	83,3	-	-	-	-	1	16,6
5-6	9	m	7	77,8	1	11,1	-	-	1	11,1
	4	w	2	50,0	1	25,0	1	25,0	-	-
7-12	20	m	14	70,0	3	15,0	1	5,0	2	10,0
	13	w	8	61,5	1	7,7	1	7,7	3	23,0
13-14	19	m	7	36,8	6	31,6	5	26,3	1	5,3
	16	w	8	50,0	3	18,8	2	12,5	3	18,7
15-16	31	m	6	19,4	6	19,4	9	29,0	10	32,3
	7	w	1	14,3	2	28,6	1	14,3	3	42,8
17-19	10	m	5	50,0	4	40,0	1	10,0	-	-
	2	w	-	-	-	-	1	50,0	1	50,0
20 und älter	11	m	2	18,2	3	27,3	3	27,3	3	27,3
	5	w	-	-	2	40,0	1	20,0	2	40,0
Σ	109	m	50	45,9	23	21,1	19	17,4	17	15,6
	53	w	24	45,6	9	17,1	7	13,3	13	24,7
	162	m+w	74	45,7	32	19,8	26	16,0	30	18,5

Tab. 14: Ergebnis der Sensibilitätsprüfung
bei 162 Patienten, geordnet nach
Alter und Geschlecht.

IV.2.6. Narbenbeurteilung

Von einer kosmetisch gut gelungenen Narbe wird gefordert, daß sie strichförmig dünn ist und farblich ein blasses Aussehen zeigt.

Da eine Trichterbrustoperation je nach Alter und Verhältnissen eine Narbe in einer Länge von ca. 10 - 30 cm hinterläßt, ist es für ein kosmetisch anspruchsvolles Ergebnis nicht unerheblich, daß die Narbe so unauffällig als möglich ist.

Danach wurden die Narben aller einbestellten Patienten nach Auffälligkeiten in Farbe und Breite beurteilt. Daneben wurden die Narben nach ihrem Verlauf, d.h. ob sich die Schnittführung gerade oder geschlängelt darstellt, und ihrer Symmetrie, d.h. ob die vertikale Schnittführung der Knaben bzw. der Kulminationspunkt der doppelt sinusförmigen horizontalen Schnittkurve bei Mädchen auf der Mittellinie des Sternums zu liegen kommt, untersucht. Abweichungen nach rechts oder links wurden dabei registriert. Zusätzlich wurde noch die Narbenlänge gemessen und ins Verhältnis zum Mamillenabstand gesetzt.

Die Narbenbeurteilung nach Auffälligkeit und Farbe zeigt in 68 % (n = 162) aller untersuchten Patienten keine Auffälligkeit, in 17 % ist die Narbe farblich auffällig und in 15 % teils auffällig und teils unauffällig.

Die männlichen Patienten schneiden mit farblich unauffälligen Narben in 73 % der Fälle besser ab als die weiblichen Patienten.

Einzelheiten siehe Tabelle 15 und Anhang S.2.

Farbe	unauffällig	auffällig	z.T. auffällig
(n=109)	73 %	15 %	12 %
(n=53)	57 %	23 %	21 %
(n=162)	68 %	17 %	15 %

Tab. 15: Beurteilung der Operationsnarbe nach
Auffälligkeit in der Farbe (n = 162)

Die Narbenbreite stellt sich beim untersuchten Patientengut recht unterschiedlich dar.

In nur 31 % der Fälle stellt sich die Narbe strichförmig, d.h. schmaler als 2 mm dar; bei 18 % der nachuntersuchten Patienten beträgt die Breite zwischen 2 - 4 mm; bei 10 % beträgt sie 5 mm und mehr.

In 10 % der Fälle ist die Narbe keloidartig verdickt. In den restlichen Fällen stellt sich die Narbe nur zum Teil breit oder keloidartig dar.

Eine genaue prozentuale Verteilung der Narbenbreiten bei männlichen und weiblichen Patienten gibt die Tabelle 16 wieder. Die Darstellung der Narbenbreite in den einzelnen Altersgruppen ist im Anhang S. 2 wiedergegeben.

Narbenbreite	<i>m</i> n=109	<i>w</i> n=53	<i>m + w</i> n=162
= 2 mm	29 %	34 %	31 %
= 2-4 mm	14 %	26 %	18 %
= 5 mm	8 %	13 %	10 %
keloidartig	12 %	6 %	10 %
strichförmig z.T. bis 4 mm	26 %	6 %	19 %
strichförmig z.T. über 5 mm	5 %	6 %	5 %
4 mm z.T. über 5 mm	1 %	2 %	2 %
strichförmig z.T. keloidartig	6 %	8 %	6 %

Tab. 16: Prozentuale Verteilung unterschiedlicher Narbenbreiten bei männlichen und weiblichen Patienten (n = 162)

Die Lage der Narbe soll bei Knaben auf die Mittellinie des Sternums zu liegen kommen. Das traf bei 67 % der nachuntersuchten männlichen Patienten zu.

Bei den weiblichen Patienten lag der Kulminationspunkt der horizontal verlaufenden Narben in 83 % auf der Mittellinie des Sternums.

Leichte Abweichungen nach rechts und nach links konnten sowohl bei den weiblichen wie bei den männlichen Patienten beobachtet werden. Erstaunlicherweise überwogen bei beiden Geschlechtern die Abweichungen nach rechts signifikant, was möglicherweise mit dem Standpunkt des Operateurs während der Operation zusammenhängt.

Zusätzliche Beurteilung der Operationsnarbe speziell bei weiblichen Patienten:

Bei weiblichen Patienten ist man besonders darauf bedacht, den Narbenverlauf so unauffällig wie möglich zu gestalten.

Die Schnittführung verläuft horizontal so, daß die Narbe am unteren Mammarand verläuft, um in den sogenannten "Mammaschatten" zu gelangen.

Zur Beurteilung der Schnittführung wurde am liegenden Patienten (n = 53) links und rechts von den Mamillen aus senkrecht nach caudal bis zur Narbe gemessen und bei unterschiedlichem Meßergebnis die positive Differenz rechts oder links registriert.

In der gleichen Vertikalen wurde des weiteren der Abstand der Narbe zum caudalen Mammarand gemessen und, falls keine Übereinstimmung vorlag, die positive Differenz rechts oder links errechnet.

In knapp der Hälfte (43 %) der untersuchten Patientinnen (n = 53) ist der Abstand Mamilla - Narbe identisch.

In 18,9 % der Fälle ist der Abstand links größer als rechts und fast doppelt so oft, nämlich in 35,8 % der Fälle, ist der Abstand Mamilla - Narbe rechts größer als links. Im Durchschnitt beträgt die Differenz 0,43 cm, bei einer Schwankungsbreite von 0,1 cm bis 2,5 cm.

Abstand caudaler Mammarand und Narbenverlauf ist in über der Hälfte (56 %) der untersuchten Patientinnen (n = 32) links und rechts identisch mit einem durchschnittlichen Abstand von 0,56 cm vom Mammaunterrand bei einer Schwankungsbreite zwischen 0 und 15 cm. Auffallend ist, daß der Abstand Mammarand - Narbe rechts bei 32 % und damit fast dreimal so oft größer ist als links bei 12 % der untersuchten Fälle.

Überlegungen zur Verbesserung der Schnittführung wurden von HÜMMER (19) angestellt, der über die Parameter Mamillenabstand und Mammaradius eine mathematische Herleitung der Schnittkurve erstellte, welche nach Anfertigung geeigneter Schablonen die Schnittführung bei 12 der 53 nachuntersuchten Patientinnen bestimmte.

Dabei zeigte sich, daß bei Anwendung dieser Schablonen zur Bestimmung der Schnittführung ein besserer Verlauf der Schnittkurve erzielt werden konnte:

Nur bei 2 dieser 12 Patientinnen lag die Narbe rechts gering (0,4 und 0,5 cm) unter dem Mamma-rand.

In den anderen Fällen war entweder der Abstand Mamilla - Narbe bzw. Mammarand - Narbe links und rechts identisch. Der Abstand Mammarand - Narbe betrug maximal 0,5 cm.

Der Verlauf der Narbe war bei 58 % der männlichen Patienten gerade, bei 42 % leicht geschlängelt.

Bei den weiblichen Patienten konnte in 91 % der Fälle der Narbenverlauf als gleichmäßig und nur in 9 % als leicht geschlängelt registriert werden.

Einen Überblick über Lage und Verlauf der Narbe beim nachuntersuchten Patientengut gibt Tabelle 17.

(Vergl. auch Anhang S. 3)

	LAGE			NARBENVERLAUF	
	mesial	leichte Abweichg. n.r.	n.l.	gerade	leicht geschlängelt
♂ n=109	67 %	25 %	8 %	58 %	42 %
♀ n=53	83 %	15 %	2 %	91 %	9 %
♂+♀ n=162	72 %	22 %	6 %	69 %	31 %

Tab. 17: Lage der Operationsnarbe und
Narbenverlauf männlicher und
weiblicher Patienten im Vergleich
(n = 162)

IV.2.7. Weichteildeckung

Eine gut ausgebildete Muskulatur und Bindegewebsschicht läßt Knorpel- und Knochenhöcker weniger deutlich werden.

Die Beurteilung der Weichteildeckung berücksichtigte nicht diese mehr konstitutionellen Besonderheiten, sondern registrierte vermutlich operationsbedingte Auffälligkeiten.

Bei 17 % der nachuntersuchten Patienten (n = 162) konnten leichte Mängel der anatomischen Rekonstruktion festgestellt werden.

16mal (= 10 %) wurden leichte Lücken in der Rektusscheide und 11mal (= 7 %) eine ungenügende Rekonstruktion der Pectoralisansätze festgestellt.

Bei Vorliegen derartiger operativer Mängel wurde die Weichteildeckung als mäßig, in den anderen Fällen als gut bezeichnet.

Bei der Gesamtbewertung der anatomischen Rekonstruktion wurde die Beurteilung der Weichteildeckung mitberücksichtigt.

(Vgl. Kap. IV.2.9., S. 110)

IV.2.8. Postoperative Thoraxmeßergebnisse

IV.2.8.1. Äußerer sagittaler Thoraxdurchmesser

Wie in Kapitel IV.1.6. beschrieben, sind die röntgenologischen Befunde und Meßmethoden wohl am besten geeignet, den Schweregrad und die Auswirkungen einer Thoraxdeformität zu beurteilen.

Da die röntgenologischen Meßmethoden jedoch oft sehr aufwendig und belastend sind, wird an der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen zur groben und schnellen Orientierung über das Ausmaß der Deformität der sagittale Thoraxdurchmesser im Trichterbereich extern bestimmt und mit der Normtabelle nach Hammer-Tscheppe (13) verglichen. Mit den Werten dieser Normtabelle, die für Mädchen und Knaben im Alter zwischen 1 - 14 Jahren erstellt ist, wurden 71 der nachuntersuchten Patienten, die im Untersuchungszeitraum dieser Altersgruppe angehörten, verglichen (siehe Tabelle 18).

Danach bestünde für über 1/4 der Patienten (26 %) mit einer Einschränkung von über 25 % gegenüber der Norm noch immer bzw. wieder eine Indikation zur Trichterbrustoperation. Bei ungefähr einem weiteren Viertel der untersuchten Patienten (24 %) ist der sagittale Thoraxdurchmesser um 20 - 25 % gegenüber der Norm eingeschränkt. Insgesamt erreichen nur 4 % die Normwerte und nur 1 Patient von 71 liegt 26 % über dem Normbereich.

Alter	Anzahl	Geschlecht	Einschränkung in %						über d. Norm					
			0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	n	%	n	%
0-4	9	m	-	1	3	1	2	1	1	-	-	-	-	
	6	w	-	-	-	2	1	3	-	-	-	-		
5-6	9	m	-	-	2	1	6	-	-	-	-	-		
	4	w	-	-	1	-	1	1	1	-	-	-		
7-12	19	m	1	1	3	5	2	3	3	-	1	-		
	13	w	1	-	4	1	3	1	2	1	-	-		
13-14	4	m	1	-	1	1	-	-	1	-	-	-		
	7	w	-	-	2	2	2	1	-	-	-	-		
Σ	41	m	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %	n %		
			2 5	2 5	9 22	8 20	10 24	4 10	5 12	- -	1 2			
	30	w	1 3	- -	7 23	5 17	7 23	6 20	3 10	1 3	- -			
			3 4	2 3	16 23	13 18	17 24	10 14	8 11	1 1	1 1			
			72 %						26 %		1 %			

Tab. 18: Einschränkung des äußeren sag. Thoraxdurchmessers von 71 nach-
untersuchten Patienten im Vergleich zur Normtabelle nach HAMMER-TSCHEPPE;
gemessen im Stehen bei flacher Atmung nahe Expirationsstellung

Es kann folglich mit HOMMER (20) behauptet werden, daß dieses Verfahren eine verhältnismäßig große Fehlerbreite aufweist, da es extreme Grundformen des Brustkorbes und andere konstitutionelle Besonderheiten nicht ausreichend berücksichtigt.

Im nächsten Kapitel wird eine ebenso einfache, evtl. zuverlässigere Meßmethode zur Orientierung über das Ausmaß der Thoraxdeformität beschrieben.

IV.2.8.2. Trichterbrustindexwerte

Ausgang der Überlegungen ist, die Meßwerte mit körpereigenen Parametern zu vergleichen, um von Normtabellen unabhängig zu sein.

Grundlage zur Findung eines geeigneten körpereigenen Parameters ist die Tatsache, daß der Thoraxeingang nur äußerst selten an der Trichter- oder Kielbildung beteiligt ist (15/20).

Folglich kann der sagittale Thoraxdurchmesser in Höhe des Thoraxeinganges als die geeignete Vergleichsgröße für andere Thoraxdurchmesser gesehen werden.

Definiert sei der sog. Trichterbrustindex allgemein als Verhältniszahl von Thoraxdurchmessern an mindestens 2 definierten Stellen des Brustkorbes.

Als Meßwerte wurden an drei definierten Stellen (A, B, C) entsprechend der Abb. 7 mit dem Beckenzirkel der äußere sagittale Thoraxdurchmesser bei flacher Atmung am stehenden Patienten bestimmt.

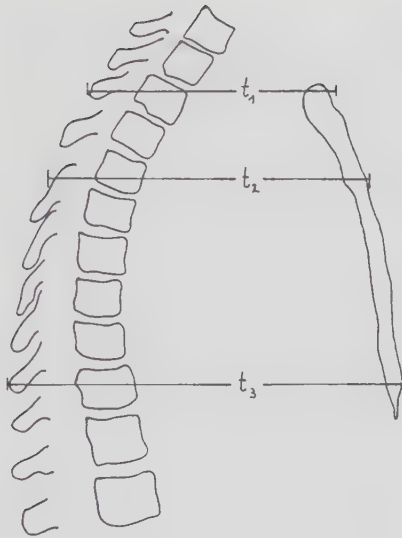


Abb. 7: Externe Bestimmung der sagittalen
Thoraxdurchmesser

t_1 , t_2 und t_3 in definierter Höhe:

t_1 = Oberrand des manubrium sterni -
Dornfortsätze

t_2 = Angulus sterni Ludovici - Dornfortsätze

t_3 = Angulus epigastricus - Dornfortsätze

Aus den gewonnenen Meßwerten lassen sich drei
Trichterbrustindexwerte bestimmen, die Aufschluß
über die Position des Sternums geben:

$$\text{Trichterbrustindexwert } T_{13} = \frac{t_3}{t_1} \times 100 (\%)$$

$$\text{Trichterbrustindexwert } T_{12} = \frac{t_2}{t_1} \times 100 (\%)$$

T_{13} sagt aus, um wieviel Prozent die Brustkorbtiefe am Thoraxausgang größer ist als am Thoraxeingang. T_{12} läßt Rückschlüsse auf die Steilheit des manubrium sterni zu.

T_{13} liegt bei Normalpersonen mit entspannter Haltung und mittlerer Atemlage durchschnittlich bei 130 %, mit einer Schwankungsbreite zwischen 110 und 150 % (20).

Die Trichterbrustindexdurchschnittswerte T_{13} und T_{12} von den 162 nachuntersuchten Patienten sind in Tabelle 19 wiedergegeben.

m ä n n l i c h				w e i b l i c h		
Alter	n	T_{13} Ø-Werte	T_{12} Ø-Werte	n	T_{13} Ø-Werte	T_{12} Ø-Werte
0-4	9	127,22	118,54	6	124,60	116,98
5-6	9	127,66	118,05	4	122,50	117,90
7-12	20	125,51	115,22	18	121,02	115,08
13-14	19	124,88	113,80	16	125,54	113,73
15-16	31	125,63	114,43	7	122,64	113,37
17-19	10	127,72	112,58	2	118,80	112,50
> 20	11	124,37	112,14	5	125,08	115,50
	109	125,83	114,73	53	123,41	114,91

Tab. 19: Alters- und geschlechtsspezifische
Trichterbrustindexdurchschnittswerte
 T_{13} und T_{12} (n = 162)

Verglichen mit dem Gesamtdurchschnitt der T_{13} -Werte aller Patienten mit 125 %, weichen die Durchschnittswerte in den einzelnen Altersgruppen sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Patienten nur gering vom Gesamtdurchschnittswert ab.

Dennoch liegt der Gesamtdurchschnittswert um 5 % unter dem Durchschnittswert von Normalpersonen.

Wir verglichen in einem weiteren Schritt die Trichterbrustindexwerte der Patienten, welche den Metallbügel noch nicht entfernt hatten, mit den Werten von Patienten, bei denen die Metallbügelentfernung schon durchgeführt worden war.

Folgendes konnte festgestellt werden:

Die Trichterbrustindices bei Patienten mit noch nicht entferntem Metallbügel betragen im Durchschnitt 128 %. Die Trichterbrustindices von Patienten mit durchgeführter Metallbügelentfernung betrugen im Durchschnitt 123 %.

(Einzelheiten siehe Anhang S. 4)

Da zwischen Operation und Nachuntersuchung bei Patienten mit Metallbügel durchschnittlich 8,3 Monate, bei Patienten ohne Metallbügel durchschnittlich 20 Monate lagen, hat sich im Laufe eines Jahres der Trichterbrustindex um 5 % verschlechtert.

Eine Verschlechterung der Lage des Sternums bei länger zurückliegender Operation leitet sich auch aus der Tatsache ab, daß Patienten ohne Metallbügelentfernung nur 2 % Trichterbrustindexwerte unter 110 % aufweisen, während 15 % der Patienten mit Metallbügelentfernung Trichterbrustindices unter 110 % hatten. (Siehe auch Anhang S. 5).

Die Lage des Sternums kann bei Trichterbrustwerten unter 110 % als unbefriedigend bezeichnet werden.

Eine Übersicht über die Streuung der Trichterbrustindexwerte T_{13} und T_{12} in den einzelnen Altersgruppen gibt Tabelle 20 und 21.

Eine Aussage über eine Häufung von unbefriedigenden Fällen in bestimmten Altersgruppen läßt sich aufgrund der zu geringen Fallzahl und ohne Korrelation mit dem praeoperativen Befund nicht machen.

	♂						♀						♂ n	♀ n
	2-6	7-12	13-14	15-16	>17	%	2-6	7-12	13-14	15-16	>17	%		
Alter														
Indexwerte														
< 100	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1
101-105	-	1	-	-	-	1	-	1	-	1	-	2	3	2
106-110	1	-	2	4	1	8	1	2	-	1	1	5	13	8
111-115	-	1	-	2	3	6	2	2	1	-	1	6	12	7
116-120	3	4	6	3	4	20	-	2	4	1	4	11	31	19
121-125	4	3	1	5	3	16	2	1	2	1	-	6	22	14
126-130	4	6	3	8	2	23	2	2	7	1	1	13	36	22
131-135	2	3	2	4	3	14	3	2	1	1	-	7	21	13
136-140	2	1	2	4	2	11	-	-	1	1	-	2	4	13
141-145	2	1	1	-	2	6	-	1	-	-	-	1	2	7
> 145	-	-	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	3	2
n = 162	18	20	19	31	21	109	10	13	16	7	7	53	162	

Tab. 20: Zahlenmäßige und prozentuale Häufigkeitsverteilung der
Trichterbrustindexwerte T_{13} nach Alter und Geschlecht (n = 162)

	♂							♀							♂+♀	
	2-6	7-12	13-14	15-16	>17	n	%	2-6	7-12	13-14	15-16	>17	n	%	n	%
alter indexwerte																
00-105	-	1	-	-	2	3	3	-	2	-	1	1	4	8	7	4
06-110	1	1	6	8	5	21	19	3	2	4	1	1	11	21	32	20
11-115	7	6	3	12	9	37	34	1	3	7	2	-	13	25	50	31
16-120	4	10	8	8	4	34	31	1	3	4	1	5	14	26	48	30
21-125	3	2	-	1	1	7	6	2	2	1	2	-	7	13	14	9
26-130	3	-	-	-	-	3	3	2	1	-	-	-	3	6	6	4
>130	-	-	2	2	-	4	4	1	-	-	-	-	1	2	5	3
=162	18	20	19	31	11	109		10	13	16	7	7	53		162	

Tab. 21: Zahlenmäßige und prozentuale Häufigkeitsverteilung der
Trichterbrustindexwerte T_{12} nach Alter und Geschlecht (n = 162)

IV.2.8.3. Beurteilung der Rekonstruktion der vorderen Thoraxwand

Zur Beurteilung der knöchernen Rekonstruktion der vorderen Thoraxwand übertrugen wir die Konfiguration des Thorax an definierten und unserer Meinung nach aussagekräftigen Stellen auf Papier und werteten die vorgefundenen Linien bzw. Kurven aus.

Zur Übertragung der Konturen der vorderen Brustwand diente uns ein Kurvenlineal, das sich bei leichtem Druck dem Verlauf der Unterlage anpaßt und in dieser Stellung bleibt, bis es erneut deformiert wird. Das Kurvenlineal wurde dem flach auf dem Rücken liegenden Patienten an den aus Abb. 8 ersichtlichen Thoraxabschnitten aufgelegt und die sich ergebende Kontur auf Papier übertragen.

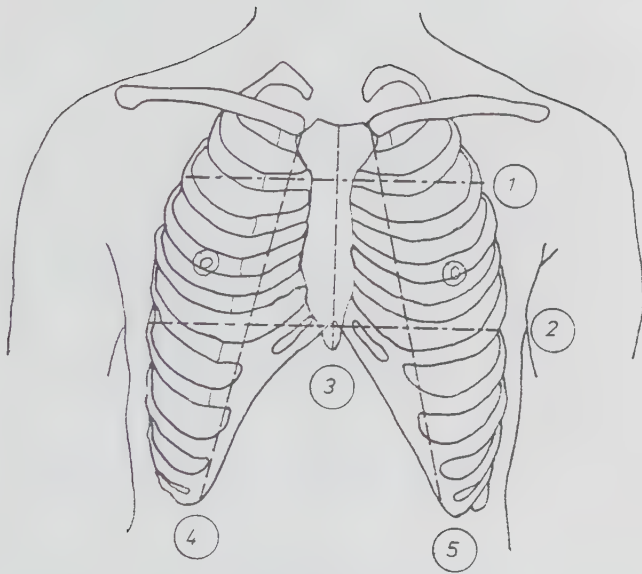


Abb. 8: Lage der Konturlinien zur Beurteilung
der knöchernen Rekonstruktion der
vorderen Thoraxwand

Dabei ergeben die nummerierten, gestrichelten Linien im Einzelnen:

- 1 Verlauf und Wölbung der vorderen Brustwand in Höhe des angulus Ludovici in horizontaler Ebene
- 2 Verlauf und Wölbung bzw. Einsenkung der vorderen Brustwand in Höhe des angulus epigastricus in horizontaler Ebene
- 3 Sternumwölbung und Verlauf des Sternums in der Vertikalen
Meßstrecke: Incisura clavicularis - Synchondrosis manubriosternalis
- 4,5 Verlauf der vorderen Brustwand etwas mesial der Parasternallinie zur Erkennung parasternaler Einsenkungen u./o. prominenter Rippenbögen.
Meßstrecke: art. sternoclavicularis - angulus arcus costalis

IV.2.8.3.1. Kontur am Angulus Ludovici (AL)

Im allgemeinen geht man davon aus, daß die Einfeldung bzw. die Kielbildung an der Verbindungsstelle Manubrium - Corpus sterni beginnt.

Wieweit der angulus Ludovici bereits an der Kiel- bzw. Trichterbildung beteiligt ist, wurde bisher nicht untersucht. Nach unseren Untersuchungen lassen die Kontur des Thorax an der Linie 1 der Abb. 2 und der Trichterbrustindex T_{12} Aussagen über eine Beteiligung des AL an

der Kiel- bzw. Trichterbildung zu, jedoch mit folgenden Einschränkungen:

1. Die Kontur am AL kann eine Trichterbildung vortäuschen bei stark ausgebildeter Pectoralismuskulatur; umgekehrt eine Kielbildung bei Aplasie der Pectoralismuskulatur.
2. Da eine Schwankungsbreite der T_{12} -Indices von Normalpersonen nicht hinreichend bekannt ist, läßt sich eine Aussage über den Beginn der Deformität in Höhe des AL nur mit Zurückhaltung machen.
(Die Schwankungsbreite der T_{12} -Indices beim untersuchten Patientengut liegt - wie aus Tabelle 21 ersichtlich - zwischen 100 und 130°).
Zu bedenken ist ferner, daß bei gegebener Lage des corpus sterni eine starke Brustkyphose den T_{12} -Index vergrößert, eine Steilstellung oder Lordose im Bereich der BWS den T_{12} -Index verkleinert.

Wir sahen den Beginn der Deformierung am AL als gegeben an, wenn die mit dem Kurvenlineal auf Papier übertragene Linienführung besondere Einsenkungen, Erhebungen oder Asymmetrien aufwies, insbesondere wenn diese Abweichungen mit einem extrem niedrigen (bei TB-Patienten) oder hohen (bei KB-Patienten) T_{12} -Index verbunden waren. TB- bzw. KB-Beginn am AL konnte festgestellt werden:

bei 10 % der Patienten mit dem TB-Typ 1a (n=95)						
"	3 %	"	"	"	"	1b (n=34)
"	28 %	"	"	"	"	3a (n=7)
"	25 %	"	"	"	"	3b (n=8)

IV.2.8.3.2. Trichteröffnungswinkel β

Bei der Übertragung des Brustwandverlaufes am Angulus epigastricus (AE) in der Horizontalebene erhält man einen Kurvenverlauf, der je nach Lage des Sternums unterschiedliche Winkelmaße bestimmen läßt (vergl. Abb. 4).

Der Trichteröffnungswinkel β wird durch die Punkte A C B bestimmt.

Es ist der Winkel zwischen den beiden anterioren Punkten der Rippenbögen (A, B) und dem tiefsten Punkt (meist das Sternum) der horizontalen Brustwand in Höhe des AE.

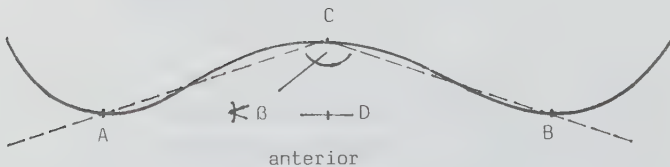


Abb. 9: Bestimmung des Trichteröffnungswinkels β

Technische Durchführung:

Der Schnittpunkt der Tangente an die anterioren Rippenbögen ergibt Punkt A und B.

Die Parallelverschiebung der Geraden AB tangiert die am Patienten bestimmte Kurve an ihrem tiefsten Punkt C.

Anmerkung:

Das Lot von C schneidet die Strecke AB in D.

Die Strecke CD gibt die Trichtertiefe, die Strecke AB das Trichterausmaß, und bei unterschiedlichen Streckenlängen von AD und DB liegt eine asymmetrische Trichterbildung vor.

Im folgenden interessiert nur der Trichteröffnungswinkel, da dieser neben anderen möglichen Daten aus dem Kurvenverlauf die wichtigste Information liefert.

Ziel der Operation von Thoraxdeformitäten ist ein Trichteröffnungswinkel von etwa 180° , d.h. die Abbildung des Brustkorbes an AE soll möglichst eine Gerade sein, da die Trichterbildung umso stärker, je kleiner der $\angle B$ ist.

Im Durchschnitt betrug der Trichteröffnungswinkel der nachuntersuchten Patienten ($n = 162$) $174,5^\circ$.

Wie Tabelle 22 zeigt, ist keine Alters- oder Geschlechtsabhängigkeit zu erkennen.

Alter	♂		♀	
	n	Ø-Werte	n	Ø-Werte
0-4	9	176,78	6	176,50
5-6	9	176,89	4	175,25
7-12	20	171,90	13	175,85
13-14	19	175,53	16	173,06
15-16	31	174,10	7	169,00
17-19	10	174,50	2	178,00
> 20	11	175,55	5	177,80
gesamt	109	174,58	53	174,40

$$\bar{\alpha} \text{ } \beta \text{ (gesamt)} = 174,52^{\circ}$$

Tab. 22: Alters- und geschlechtsspezifische
Trichterbrustöffnungswinkel α β

Die Schwankungsbreite (151° - 180°) und die Verteilung der einzelnen Trichteröffnungswinkel auf die Altersgruppen der männlichen und weiblichen Patienten zeigt Tabelle 23.

10 % der Patienten hatten einen Trichteröffnungswinkel über 180° , d.h. hier liegt das Sternum höher als die parasternalen Rippenbögen. Diese Überkorrektur bei der TB-Operation kann in geringem Ausmaß sogar empfohlen werden, da, wie aus den Tabellen im Anhang S. 6 und S. 7 ersichtlich, das Brustbein im Laufe der Zeit wieder etwas einsinkt.

Bei der Patientengruppe vor Metallbügelentfernung (SE) war der $\angle \beta$ um 5° größer als bei der Gruppe nach der SE.

Während Patienten ohne SE in noch 15 % der Fälle überkorrigiert waren, zeigten Patienten nach SE nur noch in 5 % der Fälle Überkorrektur.

Der Trichteröffnungswinkel über 175° (58 %) kann als sehr gut bezeichnet werden, der zwischen 165° - 175° (27 %) als mittelmäßig bis gut; ein Winkel β unter 165° (14 %) muß als schlecht bezeichnet werden.

	♂							♀							♂♀	
	2-6	7-12	13-14	15-16	>17	n	%	2-6	7-12	13-14	15-16	>17	n	%	n	%
↗β	-	3	5	6	2	16	15	-	-	-	-	-	-	-	16	10
>180	13	7	8	9	12	49	45	6	8	8	2	5	29	55	78	48
180-176	4	3	2	6	3	18	17	2	5	2	1	2	12	23	30	19
175-171	-	2	1	3	1	7	6	2	-	3	1	-	6	11	13	8
170-166	-	2	3	7	2	14	13	-	-	3	3	-	6	11	20	12
165-161	1	2	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	3	2
160-156	-	1	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	1
155-151	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
< 150	18	20	19	31	21	109		10	13	16	7	7	53		162	

Tab. 23: Zahlenmäßige und prozentuale Verteilung der Trichteröffnungswinkel β, bezogen auf Alter und Geschlecht (n = 162)

IV.2.8.3.3. Sternumwölbungswinkel

Mit dem Kurvenlineal wird die Kontur des Sternums wie bei Abb. 2 beschrieben auf Papier übertragen.

Die Endpunkte (AB) der Abb. 10 sind cranial die incisura jugularis (A) und caudal das Ende des corpus sterni (B) ohne proc. xiphoideus.

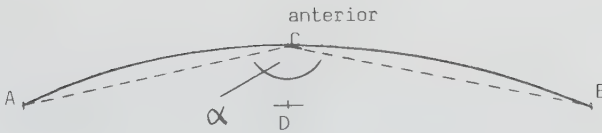


Abb. 10: Bestimmung des
Sternumwölbungswinkels α

Die Strecke AB berührt durch Parallelverschiebung die Sternumkontur in ihrem höchsten Punkt C.

Winkel A C B wird als Sternumwölbungswinkel bezeichnet.

Im folgenden soll nur der Sternumwölbungswinkel beschrieben werden. Aus der am Patienten ermittelten Kurve ließe sich auch noch die Sternumlänge und durch Fällen des Lotes von C auf die Strecke AB die Lage der größten Sternumwölbung bestimmen.

Der Sternumwölbungswinkel aller nachuntersuchten Patienten ($n = 162$) beträgt im Durchschnitt 167°.

Die durchschnittlichen Sternumwölbungswinkel in den einzelnen Altersgruppen der männlichen und weiblichen Patienten zeigt Tabelle 24.

Die α -Durchschnittswerte scheinen mit höherem Alter flacher zu werden, bleiben jedoch schon nach dem 6. Lebensjahr relativ konstant.

Alter	♂		♀	
	n	α - $\bar{x}$ -Werte	n	α - $\bar{x}$ -Werte
0-4	9	165,56	6	160,50
5-6	9	161,44	4	170,00
7-12	20	163,85	13	168,85
13-14	19	166,11	16	169,94
15-16	31	167,35	7	169,43
17-19	10	171,60	2	172,50
> 20	11	167,09	5	172,00
gesamt	109	166,22	53	168,83

Tab. 24: Alters- und geschlechtsspezifischer
Sternumwölbungswinkel (n = 162)

Die Schwankungsbreite (151° - 180°) und die zahlenmäßige und prozentuale Verteilung der registrierten Sternumwölbungswinkel α , bezogen auf das Alter und das Geschlecht der 162 Patienten, geht aus Tabelle 25 hervor.

Bei 2 Patienten (1 %) ist das Sternum nach innen gewölbt ($\alpha > 180^{\circ}$), bei 11 Patienten (7 %) sehr flach. Die Mehrzahl der Patienten weisen einen Sternumwinkel von 161-175 auf.

14 % zeigen eine relativ starke Sternumwölbung. Bei 13 % der untersuchten Patienten ist der Sternumverlauf biphasisch, ein Ausdruck noch vorhandener oder erneuter Trichterbildung. Biphasische Sternumwölbungen traten bei unterschiedlichem Winkel α und bei fast allen Altersgruppen auf; bei den weiblichen Patienten fast doppelt so oft wie bei den männlichen.

Ein Vergleich der Sternumwölbungswinkel von Patienten vor und nach der SE zeigt bei den Durchschnittswerten einen fast gleichen Wert, was bei vordergründiger Betrachtungsweise auf ein stabil bleibendes Sternum schließen lassen könnte (vergl. Anhang S. 8 und S. 9).

Da jedoch bei Patienten nach der SE in 19 % der Fälle, bei Patienten mit noch liegendem Metallspieß nur in knapp 5 % der Fälle biphasische Sterna registriert wurden, muß vermutet werden, daß das Sternum im Laufe der Zeit in einigen Fällen zu erneuter Trichterbildung neigt.

	♂							♀							♂♀	
	2-6	7-12	13-14	15-16	>17	davon biphas.	n	%	2-6	7-12	13-14	15-16	>17	davon biphas.	n	%
Alter																
♂ α																
> 180	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	1	-	-	1	2
180-176	2	1	2	1	2	(1)	8	7	-	1	1	-	1	(2)	3	6
175-171	1	3	2	5	1	(1)	12	11	2	3	5	1	4	(5)	15	28
170-166	2	1	6	16	11	(2)	35	32	2	6	9	2	2	(2)	21	40
165-161	7	9	5	7	7	(5)	35	32	4	3	1	2	-	-	10	19
160-156	4	4	3	2	-	(1)	13	12	1	-	-	1	-	-	2	4
155-151	2	2	1	-	-	(1)	5	5	1	-	-	-	-	(1)	1	2
davon biphas.	(3)	(5)	(1)	(1)	(1)	-	-	-	(1)	(2)	(3)	-	(2)	-	-	-
n = 162	18	20	19	31	21	(11)	109		10	13	16	7	7	(10)	53	
															162	

Tab. 25: Zahlenmäßige und prozentuale Verteilung der Sternumwölbungswinkel α, bezogen auf Alter und Geschlecht (n = 162)

IV.2.8.3.4. Parasternale Trichterbildung und Rippenbogeneversionswerte

Bei der Aufzeichnung der Kontur der vorderen Thoraxwand nahe der Parasternallinie, wie es den Linien 4 und 5 der Abb. 8 S. 93 entspricht, entstehen, bei Vorhandensein parasternaler Dellen u./o. prominenter Rippenbögen, Kurvenverläufe wie sie, etwas überzeichnet, der Abb.11 entsprechen.

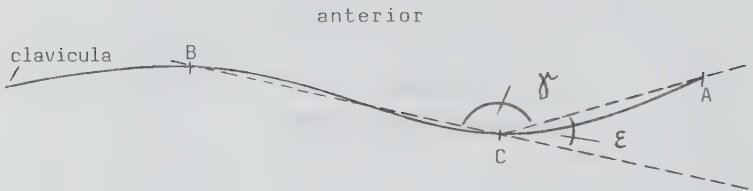


Abb. 11: Bestimmung der parasternalen Dellen-
bildung entsprechend γ
bzw. Rippenbogeneversionswerte
entsprechend ϵ

Die Tangente von Punkt A, der dem Ende des Rippenbogens entspricht, an die vordere Brustwandwölbung berührt diese in Punkt B.

Durch Parallelverschiebung der Strecke AB wird die Brustwandwölbung in ihrem tiefsten Punkt C tangiert. Winkel γ wird durch das Dreieck A C D gebildet.

Winkel ε ist $180^\circ - \gamma$.

Die Brustwandwölbung von Normalpersonen hat einen Winkel γ von 180° und einen Winkel ε von 0° .

In welchem Ausmaß γ bzw. ε , die im Grunde ja gleiches ausdrücken, auf eine parasternale Dellenbildung oder auf prominente Rippenbögen zurückzuführen ist, läßt sich nicht mit hinreichender Sicherheit sagen.

Zur Erläuterung einige Beispiele:

Klinisch augenfällige parasternale Dellenbildung kann auf einem überkorrigierten Sternum beruhen. Gleichzeitig kann eine verstärkte Rippenbogen-eversion diesen Eindruck noch verstärken.

Selbst bei einem Trichteröffnungswinkel von 180° können prominente Rippenbögen vorgetäuscht werden, wenn der caudale Sternumanteil mit den dazugehörenden Rippenanteilen zu tief liegen.

Auch eine starke Brustmuskulatur kann durch die sich zeichnerisch stärker darstellende Brustwandwölbung indirekt den Winkel γ verkleinern und damit eine größere Rippenbogeneversion vor-täuschen.

Denkt man sich umgekehrt den Punkt B tieferliegend, dann wird $\angle \gamma$ größer und die sich rechnerisch ergebende Rippenbogeneversion kleiner.

Nur durch eine ganzheitliche Betrachtung, d.h. durch kombinierte Anwendung von Trichterbrustindex, Trichteröffnungswinkel, Sternumwölbung und Berücksichtigung der muskel- und weichteilbedingten Auswirkungen, ließen sich präzise Angaben über Rippenbogeneversionswerte bzw. parasternale Vertiefungen machen.

Dennoch ist Winkel γ bzw. Winkel ϵ geeignet, Aussagen über den Erfolg der anatomischen Rekonstruktion zu treffen, da, wie oben schon gesagt, der $\angle \gamma = 180^\circ$, $\angle \epsilon = 0^\circ$ bzw. Punkt A und C identisch sein sollen.

Häufigkeit und zahlenmäßige Verteilung der Winkelgrößen durch prominente u./o. parasternale Dellenbildungen, wie sie sich bei der Übertragung der Kontur der vorderen Brustwand gemäß den Linien 4 und 5 der Abb. 2 ergeben, sind in Tabelle 26 wiedergegeben.

Der Übersichtlichkeit wegen wurden alle Werte durch den $\angle \epsilon$ ausgedrückt.

In 36 % der untersuchten Fälle ($n = 162$) war der $\angle \epsilon = 0^\circ$, was einem sehr guten Ergebnis entspricht. Auch Winkelgrößen zwischen $1 - 5^\circ$ müssen als gutes Ergebnis eingestuft werden, da diese Winkelgrade klinisch unauffällig sind. Als noch befriedigend würden wir Winkelgrößen zwischen $6 - 10^\circ$ bezeichnen. Winkelmaße zwischen $11 - 20^\circ$ können als nicht mehr zufriedenstellend bis ungenügend rekonstruiert beurteilt werden.

IV.2.9. Zusammenfassende Ergebnisse der Befunde der Nachuntersuchung

Die bisherigen Ergebnisse der Nachuntersuchung waren Detailspekte, d.h. es wurden Einzelheiten, wie Thoraxdurchmesser, Narbenbeurteilung, Wiedergabe der Kontur der vorderen Brustwand an einzelnen Stellen usw., wiedergegeben.

Um jedoch Aussagen z.B. über die Wirkung eines intensiven Trainingsprogrammes oder das günstigste Operationsalter machen zu können, bedarf es eines Gesamtergebnisses für jeden einzelnen Patienten.

Um die Objektivität der Untersuchung zu wahren, beurteilten wir das Gesamtergebnis des jeweiligen Patienten nicht nach dem subjektiven Empfinden des Untersuchers, sondern wählten ein Punktwertsystem, das nach dem vorliegenden Datenmaterial den Erfolg der Operation darstellen kann.

IV.2.9.1. Ergebnisse der anatomischen Rekonstruktion

Zur Beurteilung des Ergebnisses der anatomischen Rekonstruktion wurde bei jedem nachuntersuchten Patienten eine Bewertung nach folgendem Punktwertsystem vorgenommen:

1. Weichteildeckung	gut	1 Punkte
	mäßig	2 "
2. Trichteröffnungswinkel	> 175	1 "
	165-175	2 "
	< 165	3 "
3. Trichterbrustindex T_{13}	> 120	1 "
	110-120	2 "
	< 110	3 "
4. Sternumwölbung		
(gewölbt)	> 170	1 "
(flach)	< 170	2 "
konkav u./o. biphasisch		3 "
5. Rippenbogeneversion	0 - 5	1 "
	6 - 15	2 "
	> 15	3 "
6. Brustwandwölbung		
kontinuierlich		1 "
leicht unregelmäßig		2 "
erheblich unregelmäßig		3 "

Die nach diesem Modus zustande gekommene Punktwertverteilung zeigt Tabelle 27.

Alter	Anzahl		P U N K T W E R T E		
			7-9 = sehr gut	10-13 = mittel	14-17 = schlecht
2-6	28	in % von n	53	33	14
7-12	33	in % von n	42	39	18
13-14	35	in % von n	46	43	12
15-16	38	in % von n	26	63	11
> 17	28	in % von n	36	47	19
gesamt	162	in % von n	40	47	14

Tab. 27: Altersgemäße Punktwertverteilung
bei der Beurteilung des Ergebnisses
der anatomischen Rekonstruktion von
Thoraxdeformitäten in % (n = 162)

Dabei schien es uns aus Gründen der Übersichtlichkeit und wegen der dadurch möglichen Korrelation mit anderen Untersuchungsergebnissen sinnvoll, die Einzelaufgliederung, wie sie im Anhang S.11 wiedergegeben ist, zusammenzufassen und folgendermaßen zu interpretieren:

7-9 Punkte	entspricht einem guten bis sehr guten Ergebnis
10-13 Punkte	entspricht einem mittleren Ergebnis
14-17 Punkte	entspricht einem ungenügenden bis schlechten Ergebnis

Danach würde die Altersgruppe der 2 - 6jährigen mit 53 % guter bis sehr guter Ergebnisse am besten abschneiden.

Faßt man mittlere und gute Ergebnisse zusammen, so ist nach unserem Ergebnis das Operationsalter in der Altersgruppe zwischen 2 - 6 Jahren und 13 - 16 Jahren dem Operationsalter in den Altersgruppen zwischen 7 - 12 und über 17 Jahren vorzuziehen.

Diese Aussage möchten wir nicht als absolut gültige Behauptung aufstellen, da die Voraussetzungen der Ergebnisbeurteilung, wie Zeitraum zwischen OP und Nachuntersuchung, sehr unterschiedlich sind und die Fallzahlen in den einzelnen Altersgruppen relativ niedrig sind.

Unterstellt man zudem, daß eine schwere Thoraxdeformität im allgemeinen eine ungünstigere Prognose hat als eine leichte, so muß bei der Darstellung der Ergebnisse auch der praeoperative Befund berücksichtigt werden.

Zur praeoperativen Beurteilung wurde ebenfalls ein Punktwertsystem angewandt.

Als Einzelbefunde wurden das EKG, die Lungenfunktionsprüfung, der innere sternovertebrale Abstand und die kosmetische Beeinträchtigung für ein praeoperatives Bild jeweils mit 1 - 4 Punkten nach folgenden Kriterien bewertet:

<u>EKG:</u>	Normalbefund	1 Punkte
	Grenzbefund	2 "
	anormaler Befund	3 "
	pathologischer Befund	4 "
<u>LUFU:</u>	Normalbefund	1 "
	Grenzbefund	2 "
	2,3,4 a b leicht	3 "
	2,3,4 a b mittelschwer	4 "
	bis schwer	4 "
	(vergl. LUFU-Kap. IV.1.5, S.34)	
<u>SVD:</u>	in % der Norm nach Katheder:	
	> 70 %	1 "
	60-69 %	2 "
	50-59 %	3 "
	< 50 %	4 "
<u>Bild- befund</u>	etwas störend	1 "
	störend	2 "
	stark störend	3 "
	sehr stark störend	4 "

Leider lagen nicht bei allen Patienten die vier Einzelbefunde vor. Wir mußten zur Erhebung eines objektiven Befundes Indexzahlen aufstellen.

Die Division der addierten Punkte durch die Summe der vorhandenen Einzelbefunde ergaben die Indexzahlen X.

Es gilt:

$x < 2$ entspricht leichter
Befund

$2 < x < 3$ entspricht mittelschwerer
Befund

$x > 3$ entspricht schwerer
Befund

Bei 144 so bewerteten Patienten (bei Kielbrüsten und kombinierten Thoraxdeformitäten konnte dieses Schema nicht angewandt werden) lag in 25 % ein leichter Befund, in 52 % ein mittelschwerer und in 23 % der Fälle ein schwerer praeoperativer Befund vor.

Nach der Auswertung des Vergleichs von praeoperativem Befund und postoperativem Ergebnis nach oben genannten Kriterien kann festgestellt werden (vergl. dazu Tab. 28):

die Annahme, daß schwere Thoraxdeformitäten im allgemeinen eine ungünstigere Prognose haben als leichte Formen, bestätigt sich, da bei leichten Befunden nur in 5 %, bei mittelschweren in 13 % und bei schweren Befunden in 33 % der Fälle unbefriedigende Ergebnisse vorkamen.

Prae-OP-Befund		Post-OP-Befund		unbefriedigend (s)
leicht (l)	n	gut (g)	mittel (m)	
n=36 = 25%		19 53%	15 42%	2 5%
mittel (m)	n	26 35%	39 52%	10 13%
n=75 = 52%				
schwer (s)	n	9 27%	13 40%	11 23%
n=33 = 23%				

Tab. 28: Vergleich des praeeoperativen Befundes
mit dem postoperativen Ergebnis (n = 144)

Der Erfolg einer Trichterbrustoperation kann auch so beurteilt werden, daß es ein höher einzuschätzendes Ergebnis ist, aus einem mittleren oder gar aus einem schweren Befund ein sehr gutes Ergebnis zu erzielen, als aus einem leichten Befund zu einem guten oder mittleren Ergebnis zu gelangen.

Der Operationserfolg wird, gemäß Tabelle 32, nach folgendem Schema bewertet:

prae-OP-Befund → post-OP-Ergebnis		Bewertung d.Erfolges
s	→ g	sehr gut
m → g;	s → m	gut
l → g;	m → m; s - s	zufriedenstellend
l → m;	m → s	unbefriedigend
l	→ s	schlecht

Danach stellt sich der Erfolg der vorgenommenen TB-Operationen bei den 144 Patienten folgendermaßen dar:

9 Patienten (= 6 %) wurden mit außerordentlichem,
 40 Patienten (28 %) mit gutem,
 69 Patienten (48 %) mit zufriedenstellendem,
 25 Patienten (17 %) mit unbefriedigendem
 und 2 Patienten (1 %) mit schlechtem
 Erfolg operiert.

IV.2.9.2. Einfluß des Trainings auf das OP-Ergebnis

Einen Schwerpunkt der Untersuchung bildete die Frage nach der Auswirkung des empfohlenen Trainingsprogrammes auf das Ergebnis der Operation.

Dazu wurden die postoperativen OP-Ergebnisse der 162 nachuntersuchten Patienten mit deren Trainingsaktivitäten verglichen.

Von den Patienten mit gutem bis sehr gutem OP-Ergebnis (n = 66) trainierten 20 % wenig oder gar nicht, 38 % mäßig viel und 42 % viel bis sehr viel.

Bei den Patienten mit mittlerem OP-Ergebnis (n = 73) trainierten 22 % wenig oder gar nicht, 36 % mäßig viel und 42 % viel bis sehr viel.

Bei Patienten mit schlechtem Ergebnis (n = 23) trainierten 26 % wenig oder gar nicht, 48 % mäßig viel und 26 % viel bis sehr viel.

Es bestehen also zwischen gutem und mittlerem OP-Ergebnis kaum Unterschiede in der Trainingsintensität.

Lediglich bei den nicht befriedigenden Ergebnissen ist die hohe Trainingsintensität mit 26 % deutlich geringer als bei den Vergleichsgruppen mit 42 % (vergl. Tab. 29).

	OP-Ergebnis		
	gut-sehr gut	mittel	schlecht
Trainingsintensität in %			
wenig	20	22	26
mäßig	38	36	48
hoch	<u>42</u>	<u>42</u>	<u>26</u>

Tab. 29: Gegenüberstellung von OP-Ergebnis und Trainingsintensität, ausgedrückt in %
(n = 162)

Um den Einfluß des Trainingsprogrammes auf die positive Stabilisierung des Operationsergebnisses deutlicher zu machen, wurden Patienten, die nach der Operation keinen Sport betrieben, denen mit hoher Trainingsintensität gegenübergestellt. Die Operation liegt mindestens ein Jahr zurück.

Dazu folgende Überlegungen:

1. ein deutlicher Operationserfolg ist umso sicherer dokumentiert, je weiter die Operation zurückliegt,
2. ein Trainingsprogramm muß intensiv und langdauernd sein, um skelettale, muskuläre und organische Veränderung bzw. Stabilisierung zu bewirken.

Nach den genannten Kriterien konnten die nach dem praeoperativen Befund relativierten Ergebnisse von 54 Patienten mit hoher Trainingsintensität den relativen Ergebnissen von 23 Patienten mit keinerlei Trainingsintensität gegenübergestellt werden.

Wie Tabelle 30 zeigt, ist das postoperative Ergebnis, bezogen auf den praeoperativen Befund, bei Patienten mit hoher Trainingsintensität bedeutend besser als bei Patienten ohne sportliche Aktivitäten.

Patienten mit hoher Trainingsintensität

	Praeoperativer Befund:								
	Gruppe I			Gruppe II			Gruppe III		
	leicht (n=11)			mittel (n=27)			schwer (n=16)		
postoperatives Ergebnis:	gut	mittel	schl.	gut	mittel	schl.	gut	mittel	schl.
Anzahl (n=54)	7	4	-	13	14	-	5	8	3
in %	64	36	-	48	51	-	31	50	19

Patienten ohne Trainingsintensität

	Praeoperativer Befund:								
	Gruppe I			Gruppe II			Gruppe III		
	leicht (n=5)			mittel (n=11)			schwer (n=7)		
postoperatives Ergebnis:	gut	mittel	schl.	gut	mittel	schl.	gut	mittel	schl.
Anzahl (n=23)	2	2	1	1	6	4	-	1	6
in %	40	40	20	9	55	36	-	14	86

Tab. 30: Vergleich der postoperativen Ergebnisse, bezogen auf den praoperativen Befund, von Patienten mit hoher Trainingsintensität und ohne Trainingsintensität (n = 77)

Bei der Gruppe I mit den leichten praeoperativen Befunden sind die Unterschiede noch nicht so deutlich; Patienten mit hoher Trainingsintensität haben in 54 % gute und in 34 % mittlere Ergebnisse - Patienten ohne sportliche Betätigung nur in 40 % gute und in 40 % mittlere Ergebnisse, in 20 % sogar ein schlechtes Ergebnis.

In der Gruppe II, der mittelschweren praeoperativen Befunde, sind bei Patienten mit hoher Trainingsintensität in 48 % gute und in 51 % mittlere Ergebnisse festzustellen, während Patienten ohne sportliche Betätigung nur in 9 % gute und in 55 % mittlere und in 36 % schlechte Ergebnisse zeigen.

Am deutlichsten zeigen sich die Auswirkungen der Durchführung eines intensiven Übungsprogrammes in der Gruppe III, der schweren praeoperativen Befunde: bei Patienten mit hoher Trainingsintensität hatten 19 % ein schlechtes, 50 % ein mittleres und in 31 % ein gutes postoperatives Ergebnis, während Patienten ohne sportliche Aktivitäten in 86 % ein schlechtes und lediglich in 14 % ein mittleres Ergebnis zeigten.

Wenngleich die Fallzahlen dieser Gegenüberstellung relativ niedrig sind, so ist doch die positive Wirkung eines intensiven Trainingsprogrammes auf das langfristige Operationsergebnis so signifikant, daß die Forderung der Durchführung eines intensiven und andauernden sportlichen Übungsprogrammes unerläßlich erscheint.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

Im ersten Teil der Arbeit untersuchten wir 129 Trichter- und Kielbrustpatienten, die in der Zeit vom 01.04.1979 - 30.06.1980 an der Universität Erlangen operiert wurden.

Die Knabenwendigkeit der Thoraxdeformität konnte mit $2,57 : 1 = \text{♂} : \text{♀}$ erneut bestätigt werden.

Die überwiegende Zahl der Patienten ließ sich im Alter von 13 - 16 Jahren operieren.

In Bezug auf Körpermaße und Gewicht konnte bei Knaben und Mädchen ein etwas über dem Durchschnitt liegendes Gewicht festgestellt werden.

Die Brustkorbdeformitäten setzten sich zu 88 % aus dem Typ 1 - 4, zu 10 % aus dem Typ 5 - 8 und zu 2,3 % aus dem Typ 9 zusammen.

In Fortführung der Arbeiten von A. MILLER und F. KRUG wiesen wir die gegebene Operationsindikation nach.

Der EKG-Befund war bei TB-Trägern in 47 % anormal, in 27 % pathologisch. Aus dem Lungenfunktionsbefund ließ sich nur in seltenen Fällen eine Indikation zur OP ableiten.

Die Hauptindikation zur TB-OP leitete sich aus der Einschränkung des inneren sternovertebralen Abstandes ab, der in 88 % über 25 % gegenüber der Norm eingeschränkt war.

Wirbelsäulenveränderungen konnten in 37 % der Fälle festgestellt werden, mit kleiner Häufigkeit in den Altersgruppen über 14 Jahren.

Intra- und postoperative Komplikationen traten selten auf und konnten in allen Fällen leicht beherrscht werden.

Auch Duraimplantationen erhöhen die Komplikationen unwesentlich.

Im zweiten Teil der Arbeit konnten von insgesamt 218 im Untersuchungszeitraum erfaßten Patienten 162 nachuntersucht werden. Wir mußten feststellen, daß durch die Operation in einigen Fällen Sensibilitätsverluste im OP-Gebiet auftreten, auch die Operationsnarben konnten nicht in allen Fällen befriedigen.

Die Frage nach der Durchführung der von uns empfohlenen krankengymnastischen Übungen zeigte, daß das Trainingsprogramm etwa der Hälfte aller Patienten wenig bis keine Resonanz findet.

Die umfangreichen Messungen geben einen Eindruck vom Ergebnis der anatomischen Rekonstruktion, wenngleich eine präzise Methode (z.B. durch Ultraschallaufzeichnungen) wünschenswert wäre. Auch eine computergemäße Auswertung der vielfältigen Einzelergebnisse wäre denkbar.

Die in der Arbeit angewandten Meßmethoden könnten ein Anfang sein, praeoperative Befunde und postoperative Ergebnisse zu objektivieren, einer Verlaufskontrolle zugänglich zu machen und Operationsergebnisse verschiedener Operateure oder Operationsmethoden in Abhängigkeit vom praeoperativen Beschwerdebild vergleichbar zu machen.

Nur so lassen sich gesicherte Aussagen über die Vorteile einer bestimmten Operationsmethode, über das optimale Operationsalter und die Prognosen der verschiedenen Deformitäten machen.

Ungeachtet der Unzulänglichkeiten im methodischen Vorgehen; es wurden z.B. ungleiche Parameter im Vergleich des praeoperativen Befundes zum postoperativen Ergebnis herangezogen; konnte überraschend deutlich die positive Wirkung der postoperativen krankengymnastischen Übungen nachgewiesen werden.

Eine Stabilisierung des Operationserfolges gilt jedoch nur als erwiesen, wenn das postoperative Training in intensiver und langandauernder Form durchgeführt wird.

A B K Ü R Z U N G E N :

A	Atemvolumen
Abb.	Abbildung
AL	angulus Ludovici
AMV	Atemminutenvolumen
art.	articulatio
AZQ	Atemzeitquotient
bzw.	beziehungsweise
BW	Brustwirbelsäule
d.h.	das heißt
durchschn.	durchschnittlich
EKG	Elektrokardiogramm
J.	Jahre
Kap.	Kapitel
KB	Kielbrust
L.J.	Lebensjahr
LUFU	Lungenfunktion
n	Anzahl
OP	Operation
Pat.	Patient
sag.	sagittal
SE	Metallbügel- oder Spießentfernung
SVD	Sternovertebrale Distanz
WS	Wirbelsäule
♂	männlich
♀	weiblich
Ø	Durchschnitt(s)
	Winkel

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Bär CG, Zeilhofer, Heckel K: Über die Beeinflussung des Herzens und der Atmung durch die Trichterbrust. Dt. Med. Wochenschrift 83, 282 (1958)
2. Bauhinus I: Observationum medicarum. Liber II Observ. p. 507 (1600)
3. Beiser GD, Epstein StE und Mitarb.: Impairment of Cardiac Function in patients with pectus Excavatum with improvement after Operative Correction. New Engl. J. Med. 287, 267 (1972)
4. Bettex M: Wesentliches über Kinderchirurgie. H. Huber Verlag, Bern, Stuttgart, Wien, 65 (1975)
5. Bien G: Beitrag pat. Anat., zit. bei Hegemann. 52, 567 (1912)
6. Brown L: Pectus Excavatum (Funnel chest) I. Thorac. Surg. 2, 164 (1937)
7. Ebstein W. Über die Trichterbrust. Dtsch. Arch. klin. Med. 30, 411 (1882)
8. Geisbe H, Mildemberger H, Flach A, Fendel H: The Aetiology and Pathogenesis of Funnel Chest. Progr. ped. Surg. 3, 13 (1971)

9. Gross R: Eine Modifikation der Thorax-stabilisierung nach Rehbein bei Trichter-brustoperation. Zeitschr.Kinderchirurgie 17, 67 (1975)
10. Gysler R, Morger R: Beitrag zur Korrektur der Trichterbrust nach Rehbein. Zeitschr. Kinderchirurgie 23, 162 (1978)
11. Haller IA et al: Correction of Pectus Excavatum without Prostheses or Splints: Objective Measurement of Severity and Management of Asymmetrical Deformities. Ann. Thorac. Surg. 26, 78 (1978)
12. Haller IA et al: Operative Correction of Pectus Excavatum. Ann. Surg. 184, 554 (1976)
13. Hammer-Tscheppe H: Trichterbrustrezidive - Ursache und Häufigkeit unter Berücksichtigung von zweidimensionalen Thoraxmeßergebnissen bei normal entwickelten Kindern. Diss., Chir. Univ.-Klinik Erlangen-Nürnberg (1975)
14. Hecker WCh, Pöschl U, Billinger W: Trichter-brust und Kielbrust. Münch. med. Wschr. 119, 559 (1977)
15. Hegemann G, Schobert H: Die operative Be-handlung der Trichterbrust. Dt. med. Wschr. 83, 277 (1958)

16. Heydorn WH et al: Surgical Management of Pectus Deformities. Ann. Thorac. Surg. 23, 417 (1977)
17. Hösl M: Untersuchungen zum Wachstum der Trichterbrustdeformität. Diss., Orthopäd. Klinik König-Ludwig-Haus Würzburg (1972)
18. Howard R: Funnel Chest: Results and Description of an Improved Operative Technique. Med. J. Aust. 2, 134 (1978)
19. Hümmer HP, König R: Die Darstellung einer chirurgischen Schnittkurve als mathematische Funktion. Zschr. Klinikarzt 9, 694 (1980)
20. Hümmer HP: Der Trichterbrustindex. Chir. Praxis 28, 533 (1981)
21. Jafar, M.D.S.: Klinische, elektrokardiographische, phonokardiographische und hämodynamische Vergleichsuntersuchungen bei Patienten mit Trichterbrust, Flachthorax und akzidentiellen Herzgeräuschen. Diss., Kard. Abt., II. Med. Univ.-Klinik Hamburg (1974)
22. Krug F: Ergebnisse der Operationen von Thoraxdeformitäten vom 1.1.1956-31.3.1979 unter besonderer Berücksichtigung der Veränderungen intrathorakaler Organe. Diss., Chir. Univ.-Klinik Erlangen-Nürnberg (1983)

23. Lang K: zit. bei 15 Hegemann.
Klin. Zschr. 7, 1283 (1928)
24. Leutschaft R, Geyer E: Das praeoperative
Trichterbrust-EKG und seine postoperative
Veränderung bei Langzeitbeobachtungen.
Archiv f. Kreislaufforschung 57, 257 (1968)
25. Mallinchrödt H, Gremmel H: Die Trichterbrust.
Thoraxchir. 8, 135 (1960)
26. Maneke M: Untersuchungen zur Pathogenese der
Brustkorbverformungen. Dt. med. Wschr. 84,
504 (1959)
27. Miller A: Praeoperative Befunde bei Thorax-
deformitäten und ihre Auswirkungen auf die
Wirbelsäule. Diss., Chir. Univ.-Klinik
Erlangen-Nürnberg (1982)
28. Müller Chr: Morphologisches Jb. 35. zit.
bei 15 Hegemann (1906)
29. Müller E: Die Trichterbrust - Erfolgsaus-
sichten einer oper. Behandlung. Diss.,
Orthopäd. Klinik, König-Ludwig-Haus,
Würzburg (1976)
30. Muscholl J: Erfahrungen bei der Operation
der Trichterbrust von 1956 bis einschließlich 1975.
Diss., Chir.Univ.-Klinik Erlangen-Nürnberg (1975)

31. Nägele U: Nichtoperierte Trichterbrust-träger im mittleren und höheren Lebensalter. Diss., Chir. Univ.-Klinik Hamburg (1971)
32. Novak H: Die erbliche Trichterbrust. Dt. med. Wschr. 61, 2008-2004 (1936)
33. Oelsnitz G vd: Ergebnisse der operativen Trichterbrustbehandlung an der kinderchirurgischen Klinik in Bremen. Zschr. Kinderchir. 15, 25 (1974)
34. Oelsnitz G vd: Long-term Results of Operative Funnel Chest Treatment. Progr. ped. Surg. 10, 251 (1977)
35. Ochsner H, De Bakey M: Chone-Chondrosteron. Report of a case and review of the literature. J. Thorac. Surg. 8, 469 (1939)
36. Raithel HI, Hartung M, Willital GH, Krug F: Zur Beurteilung der Trichterbrust mit Hilfe der Ganzkörpercomputertomographie. Unveröffentl. Referat aus dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin Erlangen-Nürnberg
37. Rehbein F, Wernicke HH: The operative treatment of funnel chest. Arch.-Diss. Childh. 32, 5 (1957)
38. Reismann B: Die chirurgische Korrektur der Trichter- und Hühnerbrust. Dt. med. Wschr. 104, 42 (1979)

39. Richter I, Martins M: Cor. pulmonale und Trichterbrust durch Obstruktion der oberen Luftwege infolge adenoider Vegetation beim Säugling und Kleinkind. Monatsschr. Kinderheilkd. 129, 175 (1981)
40. Rickham RP: Synopsis der Kinderchirurgie. Thieme-Verlag, Stuttgart, 350 (1975)
41. Robicsek F: Marlex Mesh Support for the Correction of very Severe and Recurrent Pectus Excavatum. Ann. Thorac. Surg. 26, 80 (1978)
42. Rohm GU: Erfahrungen bei der Operation der Trichterbrust an Hand von 300 Patienten. Diss., Chir.-Univ.-Klinik Erlangen-Nürnberg (1972)
43. Seling A, Marx E, Carchozo: Spätergebnisse der nach Brunner operierten Trichterbrust. Langenbecks Arch. klin. Chir. 328, 139 (1971)
44. Shannon IP, Sparks CH: An improved method for repair of pectus ches deformities. Ann. Thorac. Surg., 16, 629 (1973)
45. Schlegel KF: Rückwirkungen auf die Wirbelsäule bei Trichterbrust. Langebecks Arch. klin. Chir., 319, 545 (1967)

46. Schmahl K: Körperliche Leistungsfähigkeit bei Patienten mit Trichterbrust.
Chir. Prax. 19, 461 (1975)
47. Stauffer UG: Spätresultate nach Trichterbrustoperationen im Kindesalter. Zur Problematik der Operationsindikation. Helv. paediat. Acta 30, 459 (1975)
48. Stucki HR: Bestimmung des sagittalen Thoraxdurchmessers bei Kindern. Zschr. Kinderchir. 11, 21 (1972)
49. Woilez: Rap. soz. medfl. hop. Narch 28. zit. bei 15 Hegemann. (1860)
50. Willital GH: Neue Wege in der Kinderchirurgie. Sonderdruck aus "Aspekte moderner Chirurgie", 493. Festschrift für Prof.Dr.med. G.Hegemann
51. Willital GH: Operative Korrektur der Trichterbrust und ihre Spätergebnisse. Mschr. Kinderheilkd. 118, 633 (1970)
52. Willital GH, Meier H: Cause of Funnel Chest Recurrences - operative Treatment and Long-term. Results. Progr. Pad. Surg. 10, 253 (1977)
53. Willital GH, Meier H, Schwander R: Operative Korrekturmöglichkeiten der Trichter- und Kielbrust. Langenbecks Arch. Chir. 345, 173 (1977)

54. Willital GH, Schwander R, Feustel H:
Die operative Korrektur der Trichterbrust,
Indikation und Ergebnisse. Dt. Ärzteblatt,
40, 2751 (1975)
55. Winter HU: Zur Problematik der Trichter-
brust im Kindesalter. Diss., Chir. Klinik
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz (1974)
56. Wurnig P: Bedeutung der Bronchoskopie zur
Indikationsstellung von chirurgischen Ein-
griffen im Kindesalter. Zschr. f. Kinder-
chirurgie und Grenzgebiete, Supplement zu
Bd. 27, 142 (1979)

A N H A N G

Geschlecht	männlich		weiblich	
Alter	Größe (cm)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
3	102,14	15,38	108,00	15,83
4	110,33	16,33	115,00	17,25
5	112,66	18,16	112,75	18,26
6	122,25	20,58	127,00	22,40
7	127,25	27,25	129,00	24,13
8	138,00	22,80	146,00	27,00
9	150,00	31,40	133,00	26,16
10	151,00	40,00	145,00	31,00
11	145,00	30,56	146,00	28,2
12	151,50	38,42	152,66	36,96
13	170,2	52,24	160,38	43,70
14	172,33	52,49	162,78	47,85
15	177,41	56,50	163,62	48,75
16	179,35	61,87	164,75	52,75
17	177,71	63,57	170,00	51,16
18	177,50	62,00	172,00	55,00
19	179,83	66,8	---,--	--,--
20	185,00	69,00	170,00	64,00

Durchschnittliche Körpergröße und Gewicht von
218 Patienten, bezogen auf das Alter zur Zeit
der Operation.

Alter	Geschlecht	Anzahl	F A R B E			N A R B E N B R E I T E														
			unauf- fällig n	auf- fällig n	z.T.auf- fällig n	0 n	00 n	000 n	k n	0/00 n	0/000 n	00/000 n	0/k n							
0-6	m + w	18	16	89	-	2	11	11	61	3	17	-	1	6	3	17	-	-	-	-
		10	5	50	2	20	3	30	4	40	2	20	-	2	20	-	-	-	-	-
7-12	m + w	20	13	65	5	25	2	10	4	20	2	10	1	5	5	25	5	25	1	5
		13	10	77	1	8	2	15	5	38	4	31	-	-	-	2	15	-	-	2
13-14	m + w	19	15	79	1	5	3	16	4	21	3	16	1	5	1	5	6	32	1	5
		16	7	44	5	31	4	25	6	38	4	25	2	13	1	6	1	6	2	13
15-16	m + w	31	26	84	3	10	2	6	7	23	6	19	3	10	3	10	9	29	2	6
		7	5	71	1	14	1	14	2	29	1	14	2	29	-	-	-	1	14	1
17 und älter	m + w	21	10	48	7	33	4	19	6	29	1	5	5	24	3	14	5	24	1	5
		7	3	43	3	43	1	14	1	14	3	43	1	14	-	-	-	-	-	-

0 = 2 mm

00 = 2 - 4 mm

000 = 5 mm

k = keloartig

N A R B E N B E U R T E I L U N G

(n = 162)

Alter	Geschlecht	Anzahl	I A G F				VFRI AUF				Narbenbeziehung zu M A M I L I A M A M M A R A N D							
			mes- sial		leichte Abweichg.		ge- rade		ge- schl.		Differenz re li		ident- isch		Differenz re li		ident- isch	
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0-6	m + w	18	10	56	5	28	3	17	11	61	7	39	-	-	-	-	-	-
		10	8	80	2	20	-	-	10	100	-	-	3	30	2	20	5	50
7-12	m + w	20	12	60	8	40	-	-	12	60	8	40	-	-	-	-	-	-
		13	12	92	1	8	-	-	12	92	1	8	1	8	4	31	8	62
13-14	m + w	19	11	58	5	26	3	16	9	47	10	53	-	-	-	-	-	-
		16	13	81	3	19	-	-	13	81	1	6	9	56	1	6	6	38
15-16	m + w	31	25	81	4	13	2	6	20	65	11	35	-	-	-	-	-	-
		7	6	86	1	14	-	-	5	71	2	29	4	57	1	14	2	29
17 und älter	m + w	21	15	71	5	24	1	5	11	52	10	48	-	-	-	-	-	-
		7	5	71	1	14	1	14	6	86	1	14	2	29	2	29	3	43

N A R B E N B E U R T E I L U N G (n = 162)

Alter	Metallbügel ist entfernt			Metallbügel liegt noch		
	m		W	m		W
	Anzahl	Ø-Werte		Anzahl	Ø-Werte	
3	-	-	-	1	126,30	1
4	2	124,83	1	1	115,70	131,11
5	1	121,73	1	2	128,70	2
6	2	131,76	2	-	138,40	-
7	3	124,47	1	3	125,83	-
8	-	-	1	3	128,15	1
9	2	129,17	4	-	-	132,30
10	-	-	-	-	-	-
11	1	114,20	-	1	126,70	-
12	5	127,50	2	-	-	118,30
13	4	122,02	-	-	-	-
14	2	120,25	2	4	130,35	2
15	5	123,37	6	2	128,45	1
16	13	120,67	3	6	120,74	1
17	8	127,57	4	4	133,06	2
18	2	121,62	3	3	132,13	2
19	2	123,93	-	2	130,80	-
20	2	117,68	1	1	121,70	1
über 20	6	127,17	-	2	121,58	-
Summe	60	124,04	31	2	125,99	3
				37	127,84	17
						128,05

Alters- und geschlechtsspezifische Trichterbrustindexdurchschnittswerte T₁₃
vor und nach Metallbügelentfernung (ohne Kielbrüste und Kombinationsformen) n = 162.

T_{13}	Metallbügel ist entfernt						Metallbügel liegt vor					
	m		w		$m + w$		m		w		$m + w$	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
≤ 100	1	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
101-105	1	2	2	10	3	3	-	-	-	-	-	-
106-110	6	10	4	13	10	11	1	3	-	-	1	2
111-115	5	8	5	16	10	11	1	3	1	6	2	4
116-120	11	18	5	16	16	18	6	16	2	12	8	15
121-125	9	15	6	19	15	16	5	14	-	-	5	9
126-130	11	18	4	13	15	16	13	35	8	47	21	39
131-135	7	12	2	6	9	10	5	14	5	29	10	19
136-140	4	7	1	3	5	5	3	8	1	6	4	7
141-145	3	5	2	6	5	5	2	5	-	-	2	4
> 145	2	3	-	-	2	3	1	3	-	-	1	2
Summe	60		31		91		37		17		54	

Trichterbrustindexwerte T_{13} , bezogen auf Alter und Geschlecht, vor und nach der Metallbügelentfernung ($n = 145$) - (ohne Kielbrüste und Mischformen)

Alter	Metallbügel ist entfernt				Metallbügel liegt vor			
	m		w		m		w	
	Anzahl	Ø-Werte	Anzahl	Ø-Werte	Anzahl	Ø-Werte	Anzahl	Ø-Werte
3	-	-	-	-	1	180,00	1	180,00
4	2	166,50	1	156,00	1	180,00	2	180,00
5	1	180,00	1	179,00	2	180,00	-	-
6	2	175,00	2	169,00	3	178,55	-	-
7	3	176,55	1	171,00	3	180,00	1	180,00
8	-	-	4	175,50	-	-	-	-
9	2	178,00	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	1	180,00	2	176,50
11	1	155,00	2	171,50	-	-	-	-
12	5	166,20	-	-	-	-	-	-
13	4	177,15	2	174,50	4	177,50	2	166,00
14	2	173,50	6	174,00	2	179,00	1	180,00
15	5	170,80	3	171,67	6	177,33	1	179,00
16	13	173,38	4	169,50	4	178,50	2	178,50
17	8	168,25	3	164,33	3	178,00	2	174,00
18	2	163,50	-	-	2	177,50	-	-
19	2	177,50	1	178,00	1	180,00	1	178,00
20	2	177,00	-	-	2	178,50	-	-
über 20	6	175,17	1	180,00	2	177,50	2	177,50
Summe	60	172,10	31	171,80	37	178,43	17	176,58

Postoperative Trichterbrustöffnungswinkel (α β) alters und geschlechtsbezogen vor und nach der Metallbügelentfernung im Vergleich (n = 145)
(ohne Kielbrüste und Mischformen)

$\chi \beta$	Metallbügel ist entfernt						Metallbügel liegt vor					
	m			w			m			w		
	n	%		n	%		n	%		n	%	
> 180	5	8		-	-		7	19		1	6	
180-176	20	33		11	35		22	59		11	65	
175-171	10	17		10	32		8	22		2	12	
170-166	7	12		5	16		-	-		2	12	
165-161	14	23		5	16		-	-		1	6	
160-156	2	3		-	-		-	-		-	-	
155-151	2	3		-	-		-	-		-	-	
Summe	60			31			37			17		

Häufigkeitsverteilung der Trichterbrustöffnungswinkel ($\chi \beta$), bezogen auf
Alter und Geschlecht, vor und nach der Metallbügelentfernung (n = 145)

Alter	Metallbügel ist entfernt				Metallbügel liegt noch			
	m		w		m		w	
	Anzahl	Ø-Werte	Anzahl	Ø-Werte	Anzahl	Ø-Werte	Anzahl	Ø-Werte
3	-	-	-	-	1	161,00	1	164,00
4	2	169,50	1	155,00	1	180,00	2	167,50
5	1	165,00	1	164,00	2	161,00	-	-
6	2	156,50	2	166,50	3	160,55	-	-
7	3	162,00	1	172,00	3	168,55	1	174,00
8	-	-	4	164,50	-	-	-	-
9	2	164,00	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	1	160,00	1	166,00
11	1	161,00	2	169,50	-	-	-	-
12	5	159,80	-	-	-	-	-	-
13	4	171,25	2	171,50	4	166,00	2	167,00
14	2	170,00	6	171,17	2	176,00	1	169,00
15	5	165,40	3	168,67	6	169,50	1	168,00
16	13	166,38	4	171,75	4	165,75	2	171,00
17	8	169,00	3	168,33	3	169,67	2	168,00
18	2	167,00	-	-	2	175,00	-	-
19	2	171,00	1	173,00	1	164,00	1	172,00
20	2	170,00	-	-	2	166,50	-	-
über 20	6	168,00	1	180,00	2	167,50	3	171,33
Summe	60	166,38	31	169,09	37	167,49	17	169,00

Postoperative Sternswinkel (α), alters- und geschlechtsbezogen, vor und nach Metallbügelentfernung im Vergleich, (ohne Kielbrüste und Mischformen)

α	Metallbügel ist entfernt						Metallbügel liegt vor					
	m		w		m + w		m		w		m + w	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
151-155	3	5	1	3	4	4	1	3	-	-	1	2
156-160	5	8	2	7	7	8	2	5	1	6	3	6
161-165	17	28	5	16	22	24	15	41	4	23	19	35
166-170	23	38	9	29	31	34	10	27	8	47	18	33
171-175	8	13	11	35	19	21	4	11	3	18	7	13
176-180	4	7	1	3	5	5	5	13	1	6	6	11
> 180	-	-	2	7	2	2	-	-	-	-	-	-
Summe	60		31		91		37		17		54	

Postoperative Sternumwölbungswinkel α , bezogen auf Alter und Geschlecht, vor und nach der Metallbügelentfernung (n = 145)

$\mathcal{E}$ rechts	Metallbügel ist entfernt						Metallbügel liegt vor					
	m			w			m			w		
	n	%		n	%		n	%		n	%	
0	18	30		9	29		13	35		10	59	43
1-5	12	20		6	19		6	16		3	17	17
6-10	17	28		12	39		11	30		3	17	26
11-15	9	15		3	10		4	11		1	6	9
16-20	4	7		1	3		3	8		-	-	6
Summe	60			31			37			17		54
$\mathcal{E}$ links												
0	16	27		11	36		16	43		8	47	44
1-5	8	13		8	26		7	19		5	29	22
6-10	23	38		6	19		8	22		2	12	19
11-15	8	13		5	16		5	13		2	12	13
16-20	5	8		1	3		1	3		-	-	2
Summe	60			31			37			17		54

Postoperative Rippenbogenversionswerte $\mathcal{E}$ links und rechts, bezogen auf Alter und Geschlecht, vor und nach Metallbügelentfernung (n = 145)

Alter	Geschlecht	Anzahl	PUNKTWERTE																							
			7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17			
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
0-6	m + w	28	6 21		5 18		4 14		5 18		3 11		- -		1 4		2 7		- -		2 7		- -			
			53 %				33 %				14 %															
7-12	m + w	33	1 3		10 30		3 9		5 15		3 9		2 6		3 9		3 9		1 3		2 6		- -			
			42 %				39 %				18 %															
13-14	m + w	35	3 9		8 23		5 14		6 17		5 14		3 9		1 3		1 3		2 6		- -		1 3			
			46 %				43 %				12 %															
15-16	m + w	38	2 5		2 5		6 16		9 24		8 21		5 13		2 5		3 8		- -		1 3		- -			
			26 %				63 %				11 %															
> 17 ;	m + w	28	3 11		4 14		3 11		5 18		5 18		1 4		2 7		3 11		1 4		1 4		- -			
			36 %				47 %				19 %															
Gesamt	m + w	162	15 9		29 18		21 13		30 19		24 15		11 7		9 6		17 7		4 2		6 4		1 1			
			40 %				47 %				14 %															

Altersgemäße Punktwertverteilung bei der Beurteilung des Ergebnisses
der anatomischen Rekonstruktion von Thoraxdeformitäten (n = 162) - Vergl. S.177

LEBENS LAUF

Geboren am 14.01.1948 in Dietfurt als Sohn des Schuhmachers Lorenz Meid und seiner Ehefrau Karolina Meid, geb. Grabmann.

Nach 5 Volksschuljahren in Dietfurt und 9 Jahren Gymnasium in Eichstätt und Neumarkt Abitur 1968.

1968 Studienbeginn an der Maximiliansuniversität in München.

1974 Staatsexamen in Wirtschaftswissenschaften und Leibeserziehung abgelegt.

Danach Referendarzeit am Gymnasium in München und Marktredwitz.

Ab 1976 Studium der Zahnmedizin an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen und ab 1978 an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen.

1981 beendete ich mein Studium mit dem Staatsexamen.

